

VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Fakulta stavební
Katedra dopravního stavitelství

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2009

Bc. Tomáš FAJKUS

VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

**Návrh opatření a stavebních úprav snižující nehodovost na
křižovatce silnice III/4721 (Michálkovická), s ulicí Hladnovskou a
Keltičkovou v Ostravě**

**Proposal procurement and construction work opprobrious
accidents frequency on the intersection road III/4721
(Michálkovická), with Hladnovská and Keltičkova av. in Ostrava**

Student:
Vedoucí diplomové práce:

Bc. Tomáš Fajkus
Doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.

Ostrava 2009

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Fajkus**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby

Téma: **Návrh opatření a stavebních úprav snižující nehodovost na křižovatce silnice III/4721 (Michálkovická), s ulicí Hladnovskou a Keltičkovou v Ostravě**
Proposal procurement and construction work opprobrious accidents frequency on the intersection road III/4721 (Michálkovická), with Hladnovská and Keltičkova av. in Ostrava

Zásady pro vypracování:

Úkolem studenta je navrhnout úpravu stávající průsečné křižovatky a navazujících úseků komunikací řešící omezení vzniku kolizních situací v křižovatce a usměrnění dopravy s cílem zvýšení bezpečnosti provozu. Součástí práce je zjištění dopravních intenzit na vjezdech do křižovatky a jejich posouzení a kapacitní posouzení navrhovaných variant. Na základě dopravního průzkumu budou získány a vyhodnoceny údaje o dopravních nehodách.

Navrženy budou stavební a dopravně-inženýrské prvky zvyšující bezpečnost provozu při zachování dostatečné kapacity i pro výhledové dopravní zatížení.

Základem úprav budou platné podklady – legislativa, normy, technické podmínky – jejich aplikace bude porovnána s již realizována stavbami a jejich účinkem na snížení počtu dopravních nehod a jejich následků. Seznam příloh:

1. Technická zpráva (text, tabulky, výpočty, schémata, obrázky, fotodokumentace)
2. Dopravní průzkum
3. Přehledná situace
4. Varianty řešení
5. Situace - návrh výsledné varianty
6. Situace dopravního značení
7. Orientační náklady

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Rojan a kol.: Městské komunikace, ČVUT Praha, 1997
2. Moderní úpravy komunikací ve městech a obcích. CDV Brno, 2005
3. TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu. CDV Brno, 1996
4. TP 132 Zásady dopravního zklidňování na místních komunikacích. ČVUT Praha, 2000
5. TP 145 Zásady pro navrhování úprav průtahů obcemi. CDV, 2001
6. Zásady bezpečného utváření pozemních komunikací. CDV Brno, 2001
7. ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic. 2004

8.ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích. 2007

9.ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací. 2006

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.**

Datum zadání: 27.02.2009

Datum odevzdání: 30.11.2009



Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Alois Materna, CSc., MBA
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
Bc. Tomáš Fajkus

Prohlašuji, že

jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

Bc. Tomáš Fajkus

ANOTACE

FAJKUS, T. *Návrh opatření a stavebních úprav snižující nehodovost na křižovatce silnice III/4721 (Michálkovická), s ulicí Hladnovskou a Keltičkovou v Ostravě*,
Fakulta stavební, VŠB-TU Ostrava, 2009, 52 s.
Diplomová práce, vedoucí: Řezáč, M.

Ze situování dopravních nehod je patrné, že nejzávažnější nehody se udály na křížení s hlavní pozemní komunikací, ulicí Michálkovickou. Doba nehod je rozptýlena po celý den, proto se nedá říct, že častou okolností vzniku nehody je hustý provoz.

Dle mého by opatření snižující nehodovost měla dát účastníkům silničního provozu jasnou informaci, že se blíží do křižovatky a ti by měli na vzniklou situaci reagovat snížením rychlosti a zvýšením opatrnosti. Zároveň navržená opatření musí respektovat všechny účastníky silničního provozu a chodce a být kapacitní i pro výhledové období.

ANNOTATION

FAJKUS, T. *Proposal procurement and construction work opprobrious accidents frequency on the intersection road III/4721 (Michálkovická), with Hladnovská and Keltičkova av. in Ostrava*,
The Faculty of Civil Engineering, VŠB-Technical University of Ostrava, 2009,
52 p.
Thesis, head: Řezáč, M.

From the location of traffic accidents shows that the most serious accident has happened at the crossing of the main road, Michálkovická street. Time accidents is diffused during all day time, so we can't say, often fact of cause of the accident is the thick traffic.

In my opinion should be measures of reduce the accident give a clear information to traffic participants about nearby the junction and participants should respond for this situation by reducing speed and increasing caution. Together the proposed measures must respect all traffic users and walkers and be capacitance for the prospective period.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	1
1. Úvod	3
2. Stavebně-technický stav křižovatky.....	4
2.1 Lokalizace křižovatky.....	4
2.2 Stavebně-technický stav	4
3. Dopravně inženýrské údaje.....	6
3.1 Nehodovost.....	6
Stručný slovní popis nehod ve sledovaném období	7
3.2 Dopravní průzkum.....	9
3.3 Dopravní prognóza.....	11
3.4 Posouzení kapacity křižovatky.....	13
Pro kapacitu pruhu n-tého proudu třetího a čtvrtého stupně.....	15
Stavy bez vytváření fronty vozidel	17
Stanovení střední doby zdržení.....	18
Stanovení délky fronty.....	18
Závěr a navržená opatření	21
4. Varianta „A“ - přestavba průsečné křižovatky na okružní	22
4.1 Směrové řešení	22
4.2 Návrh šířky jízdních pruhů.....	23
4.3 Umístění a rozměry přechodů pro chodce	23
4.4 Návrh dělicího ostrůvku, dopravního stínu, středového ostrova	24
4.5 Návrh skladby vozovky.....	24
4.6 Odvodnění	25
4.7 Pentlogram, kapacitní posouzení.....	26
4.8 Porovnání s již realizovanou přestavbou na okružní křižovatku	29
Popis:	29
Analýza	30
Vyhodnocení opatření	30
4.9 Ekonomické zhodnocení.....	30
Propočet nákladů na stavbu	31
Určení ekonomické návratnosti přestavby	32
5. Varianta „B“ - osazení křižovatky světelným signalizačním zařízením.....	33
5.1 Vstupní podklady pro výpočet	33
Údaje o podélných sklonech:.....	35
5.2 Schéma fází, výpočet signálního plánu	35
Délka cyklu	36
Postup výpočtu mezičasů:	36
Výpočet délky cyklu metodou saturovaného toku:	39
Základní saturovaný tok	40
Stanovení délky cyklu.....	41
Návrh strukturálního cyklu.....	42

Návrh minimálního cyklu (pro zadané intenzity)	43
Návrh optimálního a reálného cyklu pro izolované křižovatky	43
Výpočet délek signálů volno - zelených.....	44
Návrh minimálních zelených (pro zadané intenzity).....	44
Posouzení návrhu.....	45
Kapacita vjezdů	45
<i>5.3 Úprava přechodů pro chodce, vodorovné dopravní značení.....</i>	<i>46</i>
<i>5.4 Porovnání s již realizovanou přestavbou na křiž. se SSZ.....</i>	<i>47</i>
Popis	47
Analýza	48
Vyhodnocení opatření.....	48
<i>5.5 Ekonomické zhodnocení.....</i>	<i>48</i>
Propočet nákladů na stavbu.....	49
Určení ekonomické návratnosti přestavby	49
6. Závěr a doporučení	50
Seznam použitých zdrojů a literatury.....	52
Přílohy diplomové práce.....	53

Seznam použitých zkratk a symbolů

α	...faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu do okružní křižovatky
A	...autobus
ABS	...asfaltobeton
ALGe	...stupeň vytížení okružní křižovatky
a_v	...stupeň vytížení
C	...kapacita vjezdu do křižovatky (voz/h)
C_n	...kapacita vjezdu do křižovatky (pvoz/h)
ČR	...Česká republika
DPO	...Dopravní podnik Ostrava
DZ	...dopravní značka (vodorovná, svislá)
ES	...Evropské společenství
G_n	... základní kapacita proudu v přepočtených vozidlech
h	...hodina
I	...intenzita vjezdu (voz/h)
I_n	...návrhová intenzita dopravního proudu
(j.v./h)	...počet jednotkových vozidel za hodinu
KZC	...kamenivo zpevněné cementem
Kč.	...korun českých
křiž.	...křižovatka
L	...délka čekací fronty
L_e	...maximální hodnota kapacity jednoho vjezdu okružní křižovatky
L_{voz}	...délka průměrného vozidla včetně mezery
(m)	...metr
M	...motocykly
m.j.	...měrné jednotky
max.	...maximální
MHD	...městská hromadní doprava
min.	...minuta
min.	...minimálně
MZK	...mechanicky zpevněné kamenivo
N	...nákladní vozidla
n	...počet proudů ve společném jízdním pruhu
$N_{95\%}$...průměrná délka fronty (m)
O	...osobní automobil
Obr.	...obrázek
OK	...okružní křižovatka
OK, a.s.	...Ostravské komunikace, a.s.
pol.	...polovina
(pvoz./h)	...počet přepočtených vozidel za hodinu
poz.	...pozemní
Pozn.	...poznámka
pož.	...požadují
$p_{0,n}$...pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu
předp.	...předpokládaný
Q_e	...intenzita vozidel na vjezdu do OK
Q_a	...intenzita vozidel na výjezdu z OK

Q_k	...intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím vjezdem OK
Rez	...rezerva jízdního pruhu
řeš.	...řešená
s	...sekunda
SSZ	...světelné signalizační zařízení
Sil.	...silnice
ŠD	...štěrkodrt'
T	...traktory
Tab.	...tabulka
Tis.	...tisíc
TNV/24	...počet těžkých nákladních vozidel za 24 hodin
t_f	...následná mezera
t_{fj}	...následná mezera pro j-tý jízdní proud
t_g	...kritická mezera
$t_{g,j}$...kritická mezera pro j-tý jízdní proud
trol.	...troleje, trolejový
t_w	...čekací doba
(voz./h)	... počet vozidel za hodinu

Pozn.: V seznamu nejsou zahrnuta značení, jejichž popis je většího rozsahu a je u konkrétního značení uveden

1. Úvod

Doprava jde neodmyslitelně ruku v ruce s pokrokem civilizace. Velká průmyslová revoluce charakterizující 19. století byla také původcem velkých objevů nepostradatelných pro rozvoj motorizace a automobilizace nahrazující v té době nejpoužívanější dopravu potahovou. Vynález výbušného motoru a konstrukce prvního automobilu s tímto pohonem v roce 1863 Francouzem Lenorem dal jasný směr kudy se bude doprava po příštích 150 letech ubírat. Jestliže 19. století bylo ve znamení objevů a technických řešení, tak na konci 20. století již automobil mohla vlastnit každá rodina civilizovaného světa a dopravy jako mechanizovaného přesunu osob, hmot nebo informací se každodenně účastní každý z nás. A zde se také objevuje jedna z mnoha negativních vlastností souvisejících s dopravou a tou je nehodovost.

„Dopravní nehodovost na pozemních komunikacích je v ČR (tehdy jako součásti ČSR) sledována už od 50. let. V počátečním období nízké úrovně motorizace nebyla považována za vážný problém. Prudké zvyšování nehodovosti, vyvolané rychlým nárůstem úrovně motorizace, nových ekonomických a jiných společenských aktivit, pokračovalo až do poloviny 90. let, kdy dosáhlo maximálních hodnot (v r. 1994 bylo zaznamenáno 1473 usmrcených do 24 hod., resp. 1637 do 30 dnů). V té době se ČR, která byla dříve (v 80. letech) v úrovni bezpečnosti (počet usmrcených na 1 obyvatele) srovnatelná s vyspělými západoevropskými státy, propadla na mezi států v tomto ohledu nejslabší v Evropě. Teprve poté byly iniciovány snahy podporované i z nejvyšších vládních míst o zlepšení této nežádoucí situace. V dalších letech se vývoj částečně stabilizoval a postupně začala nehodovost, i když s určitými výkyvy, opět klesat na dřívější úroveň, odpovídající počátku 90. let.

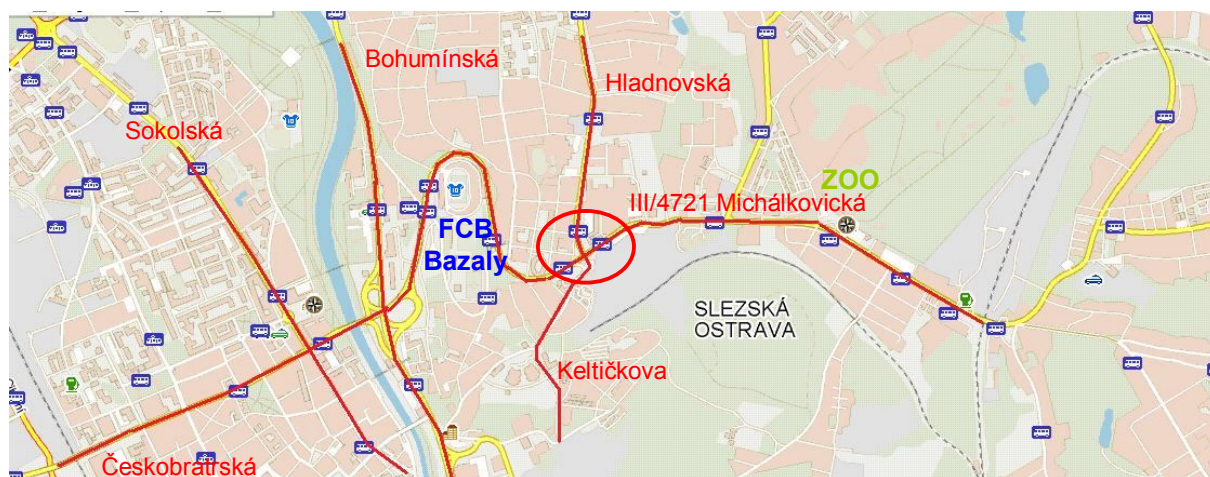
Po několika strategických plánech na zlepšení situace v bezpečnosti silniční dopravy byla v roce 2004 vyhlášena nový strategický plán - Národní strategie bezpečnosti silničního provozu, která předpokládá snížení počtu usmrcených v období 2002 - 2010 o 50 %. Pro její naplnění bude třeba splnit řadu podmiňujících předpokladů v oblasti prevence i represe.“ [12]

Opatření, která se na předmětné křižovatce chystám navrhnout, jsou opatření preventivní, zohledňující účastníky všech druhů dopravy. Měla by omezit rychlost při průjezdu křižovatkou, usměrnit dopravu a být kapacitní i pro výhledové období 20 let po realizaci (předp. 2035).

2. Stavebně-technický stav křižovatky

2.1 Lokalizace křižovatky

Řešená křižovatka ulic Michálkovická s Hladnovskou a Keltičkovou se nachází v Ostravě, v městské části Slezská Ostrava poblíž bývalého Dolu Petr Bezruč. Ulice Michálkovická, sil. III/4721, navazuje cca 350 m od řeš. křižovatky směrem do centra na ulici Českobratrskou tvořící v centru města rošt páteřních komunikací. Jde tedy o jeden z důležitých přivaděčů dopravy do centra města směrem od Michálkovic a dále z Petřvaldu, Rychvaldu nebo Orlové. Z toho vyplývají nárazové ranní a odpolední dopravní intenzity. Mezi další důležité cíle v okolí je nutné zmínit stadión FC Baníku Ostrava – Bazaly poblíž křižovatky s ulicí Bohumínskou a Zoologickou zahradu ve Slezské Ostravě.



Obr. 1: Lokalizace křižovatky

2.2 Stavebně-technický stav

Hlavní komunikace, ulice Michálkovická, sil. III/4721, je místní komunikace funkční skupiny B (sběrná, s funkcí dopravně obslužnou) s požadovaným stupněm kvality dopravy E. Ve směru od centra je komunikace vedena jako čtyřpruhová s vloženými pruhy pro levá odbočení s šířkou pruhu 3,75 m. V prostoru před křižovatkou se komunikace mění na rozdělenou středním dělicím pásem délky 118 m a stoupá ve sklonu 3,4% směrem do křižovatky. Za křižovatkou pokračuje střední dělicí pás délky 38,5, komunikace stoupá ve sklonu 1% a zužuje se na dvoukruhovou. Řazení v prostoru křižovatky je dvoukruhové pro přímý směr se zvláštním pruhem pro levé odbočení. Pravé odbočení ve směru od centra je

řešeno větví pro pravé odbočení šířky 7,5 m z důvodu příliš ostrého úhlu (45°) připojení ulice Keltičkovy. Ve směru od Michálkovic je pruh pro pravé odbočení sdružen s pravým pruhem pro přímý směr.



Obr. 2: Stavební uspořádání [13]

Ulice Hladnovská tvoří s ulicí Keltičkovou vedlejší průsečnou komunikaci funkční skupiny C (obslužná s funkcí obslužnou). V prostoru před křižovatkou je vedena jako dvoupruhová rozdělená dopravním stínem (DZ P 13) navazující na střední dělicí pás délky 57 m. Šířka 13,0 m mezi obrubami za křižovatkou působí velkoryse vzhledem k dvoupruhovému uspořádání a patrně vede k nevhodnému způsobu jízdy. Ve vzdálenosti cca 50 m za křižovatkou je umístěna autobusová zastávka MHD DPO. Řazení jízdních pruhů před křižovatkou je po jednom jízdním pruhu pro přímý směr, pro pravé a levé odbočení. Směrem do křižovatky komunikace klesá ve sklonu 0,7%.

Dvoupruhová ulice Keltičkova je šířky mezi obrubami 9,85m a směrem do křižovatky stoupá ve sklonu 2,83%. Řazení jízdních pruhů před křižovatkou je řešeno sdruženým jízdním pruhem pro přímý směr a pravé odbočení a zvláštním pruhem pro levé odbočení.

Šířky jízdních pruhů vyznačených vodorovným dopravním značením v prostoru křižovatky jsou jednotně 3,5 m.

Povrch komunikací je dobrý, bez výtluků, s trhlinami v prostoru křížení komunikací, vyžadující jen lokální opravy.

3. Dopravně inženýrské údaje

3.1 Nehodovost

Nehodovost křižovatky, kapacita a její průjezdnost jsou základní ukazatele jejího správného návrhu. Se stoupajícími intenzitami v dopravě a rostoucími rozměry vozidel se tyto ukazatele v průběhu života křižovatky mění a my je musíme v rámci dopravně – inženýrských průzkumů sledovat a průběžně vyhodnocovat. Maximální rozměry vozidel schopných provozu na pozemních komunikacích jsou stanoveny ve Směrnici rady Evropských společenství č. 96/53/ES proto se jimi zabývám jen v rámci ověření průjezdnosti navržených variant.

Na území města Ostravy se sledováním silniční sítě a provozu na ní zabývají Ostravské komunikace, a. s.. Údaje o nehodovosti jsou jim zasílána formou svodek Dopravním inspektorátem Policie ČR. Dále jsou tyto informace tříděny a zanášeny do map a tabulek a návrhy opatření jsou dále zasílány odboru dopravy Magistrátu města Ostravy.

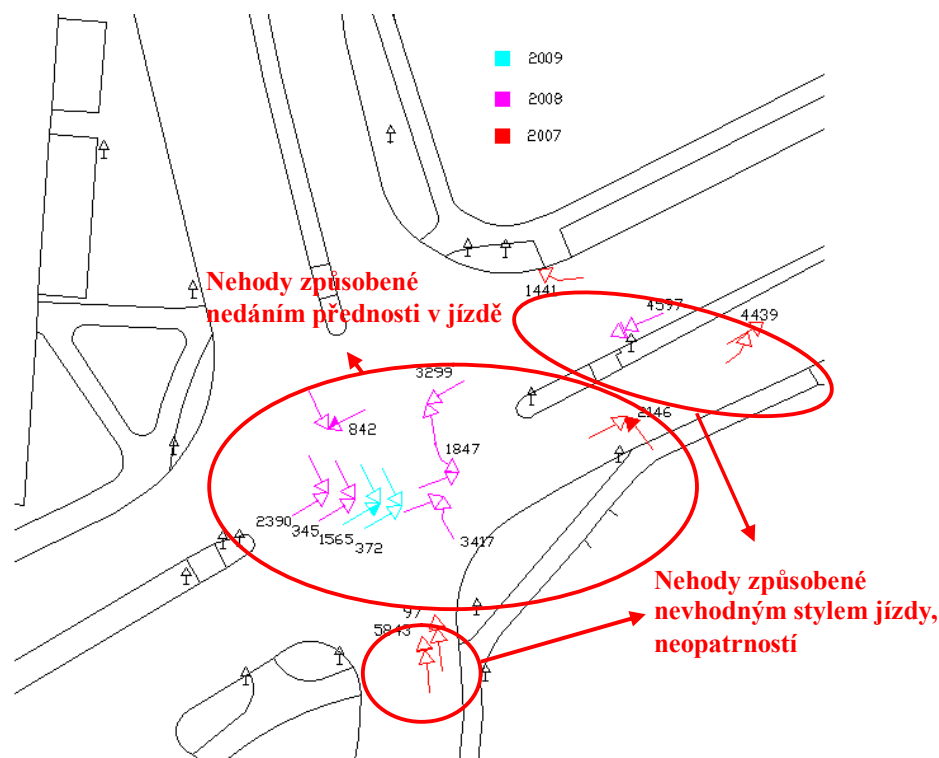
Základní údaje pro představu o nehodovosti na řešené křižovatce jsem získal z Ostravských komunikací, a. s.. Šlo o počty dopravních nehod na sledovaných křižovatkách od roku 2007 a o číselná označení jednotlivých nehod na křižovatce silnice III/4721 (Michálkovická) a ulicí Hladnovskou a Keltičkovou v Ostravě. Tyto informace bylo nutné doplnit o slovní popis dopravních nehod, který jsem obdržel na základě žádosti od Policie ČR. Popis dopravních nehod obsahuje údaje o době nehody, pohybu vozidel, technickém stavu vozidel, přítomnosti alkoholu v dechu řidičů, příčině a viníkovi nehody případně o zranění.

Řešená křižovatka nepatří v Ostravě mezi nejnehodovější, přesto si zaslouží naši pozornost. V roce 2007 se zde událo šest dopravních nehod, v roce 2008 sedm a do poloviny roku 2009 dvě dopravní nehody. V tomto období také došlo ke třem zraněním při dopravních nehodách, z toho jedno těžké (viz. stručný popis nehod).

Mezi nejčastější příčiny dopravních nehod na této křižovatce patřilo nedání přednosti v jízdě oproti dopravní značce, nedodržení bezpečné vzdálenosti a celková neopatrnost při řízení vozidel.

Stručný slovní popis nehod ve sledovaném období

- 2007: - 2506 – *nedání přednosti trolejbusu, mimo zájmovou křižovatku,*
- 1441 – najetí na obrubník, vysoká rychlost a nevhodný styl jízdy,
- 2146 – střed s chodcem na přechodu, těžké zranění chodce,
- 97 – couvání před křižovatkou, naražení do vzadu stojícího vozidla,
- 1619 – *couvání v prostoru zastávky MHD, mimo křižovatku,*
- 4439 – boční střetnutí při řazení do sloučených pruhů,
- 2261 – náraz do vozidla zezadu, bezpečná vzdálenost,
- 5843 - náraz do vozidla zezadu, bezpečná vzdálenost,
- 2008: - 3223 – *náraz do vozidla zezadu, bezpečná vzdálenost, mimo křižovatku,*
- 2969 – *náraz do vozidla při couvání, mimo křižovatku,*
- 345 – nedání přednosti v jízdě při průjezdu křižovatkou napříč,
- 3299 - nedání přednosti v jízdě při průjezdu křižovatkou napříč,
- 3417 - nedání přednosti v jízdě při odbočování z vedlejší poz. komunikace,
- 2390 - nedání přednosti v jízdě při průjezdu křižovatkou napříč,
- 842 - nedání přednosti v jízdě při průjezdu křižovatkou napříč, lehké zranění,
- 1847 - nedání přednosti v jízdě při odbočování z vedlejší poz. komunikace,
- 4597 - náraz do vozidla zezadu, bezpečná vzdálenost,
- 2009: - 372 - nedání přednosti v jízdě při průjezdu křižovatkou napříč,
- 1565 -nedání přednosti v jízdě při průjezdu křižovatkou napříč, lehké zranění.
- Pozn.: pouze do 6/09.



Obr. 3: Umístění dopravních nehod za rok 2007, 2008 a 1. pol. 2009

Tab. 1: Přehled nehod [16]

Přehled nehod na SLEDOVANÉ KŘÍŽOVATCE od roku 2006 doposud

Rok	Pořadí	Číslo křižovatky	Název křižovatky	Počet nehod	Následek nehody, zranění					Hlavní příčina nehody				
					Smrtelné poranění	Těžké poranění	Lehké poranění	Hm. škoda v tis. Kč	Závažnost nehody	Přednost	Rychlost	Předjíždění	Chodec	Bezpečná vzdál.
2006	28	232	MICHÁLKOVICKA-HLADNOVSKA	7			4	456	82,3	4		1	1	1
2007	61	232	MICHÁLKOVICKA-HLADNOVSKA	6		1		125	45		1		1	2
2008	34	2032	MICHÁLKOVICKA-HLADNOVSKA	7			1	353	54,7	6				1
1. pol. 2009	31	2032	MICHÁLKOVICKA-HLADNOVSKA	2			1	101	65,5	2				

Ze situování dopravních nehod je patrné, že nejzávažnější nehody se udály na křížení s hlavní pozemní komunikací, ulicí Michálkovickou. Doba nehod je rozptýlena po celý den, proto se nedá říct, že častou okolností vzniku nehody je hustý provoz.

Dle mého názoru a vzhledem k dobrým rozhledovým poměrům v křižovatce by opatření snižující nehodovost měla dát účastníkům silničního provozu jasnou informaci, že se blíží do křižovatky a ti by měli na vzniklou situaci reagovat snížením rychlosti a zvýšením opatrnosti. Zároveň navržená opatření musí respektovat všechny účastníky silničního provozu a chodce a být kapacitní i pro výhledové období.

3.2 Dopravní průzkum

Dne 21.4.2009 jsem provedl sčítání dopravy na řešené křižovatce za účelem kapacitního posouzení stávajícího stavu a výhledu pro rok 2035 bez stavebního uspořádání.

Naměřené hodnoty byly rovněž použity jako vstup pro výpočet kapacitního posouzení nově navrhované okružní křižovatky a pro výpočet signálního plánu světelné signalizace.

Jako podklad pro určení doby sčítání sloužily údaje z profilových sčítacích karet umístěných na vjezdech do předmětné křižovatky. Tento průzkum provedly 13.9.2007 a poskytly k dalšímu zpracování OK, a. s.. Průzkum obsahuje údaje o době výskytu ranní a odpolední dopravní špičky, rychlost projíždějících vozidel a orientační skladbu dopravního proudu. Tyto informace z profilového sčítání je nutné doplnit o hodnoty intenzit výjezdů do jednotlivých směrů spolu se skladbou dopravního proudu a přesným výskytem dopravní špičky. Z vlastního sčítání v období předpokládaného výskytu dopravních špiček se také dopravní špičky vyskytly a to od 7:30 do 8:30 a od 13:30 do 14:30 hod. Jednotlivé sčítací intervaly byly stanoveny na 15 minut. Rozlišoval jsem vozidla na osobní – O (včetně dodávek do 3,5t), nákladní – N, autobusy – A, traktory – T a motocykly – M. Během sčítání bylo jasno až polojasno, teplota; ráno - 12°C, odpoledne - 17°C. Intenzita chodců byla nízká až střední. Přechod pro chodce přes ulici Keltičkovou zůstal téměř nevyužit.

Ve špičkovou hodinu mezi 7:30 a 8:30 hod projelo křižovatkou 1386 jednotkových vozidel. Provoz byl stále plynulý, jen na levém odbočení z ulice Hladnovské se tvořila kolona, výjimečně i šesti vozidel. 1386 j.voz/hod odpovídá hodnotám pro neřízené křižovatky, ale přepočtem dle výhledových koeficientů dostaneme 1812 jednotkových vozidel za hodinu v roce 2035. Intenzity opět vyhovují orientační maximální kapacitě pro neřízenou křižovátku (2000 voz/hod) dle tabulky A.1. v ČSN 73 6102, ale blíží se hodnotám pro zřízení malé okružní křižovatky (2000 – 2500 voz/hod). Tyto předpoklady je nutné zohlednit při návrzích pro omezení nehodovosti na křižovatce a také je podpořit podrobným kapacitním výpočtem.

Tab. 2: Orientační maximální kapacity různých typů křižovatek [2]

Typ křižovatky	Maximální hodinová kapacita	Maximální celodenní kapacita
Neřízená křižovatka ^a	1 500 – 2 000 voz / h	18 000 – 24 000 voz / den ^c
Malá okružní křižovatka ^a	2 000 – 2 500 voz / h	25 000 – 30 000 voz / den ^c
Velká okružní křižovatka ^a	2 500 – 3 500 voz / h	30 000 – 40 000 voz / den ^c
Světelně řízená křižovatka ^b	3 000 – 6 400 voz / h	36 000 – 77 000 voz / den ^c
^a v závislosti na počtu jízdních nebo řadicích pruhů a na intenzitách jednotlivých křižovatkových pohybů ^b kapacita řízené křižovatky závisí – kromě způsobu řízení – především na počtu řadicích pruhů ^c odvozeno z hodinových kapacit při běžných denních variacích dopravy POZNÁMKA 1 Za malou okružní křižovatku se považuje okružní křižovatka s 1 pruhem na vjezdech a s 1 pruhem na okruhu POZNÁMKA 2 Za velkou okružní křižovatku se považuje okružní křižovatka s min. 2 pruhy na vjezdech a s min. 2 pruhy na okruhu		

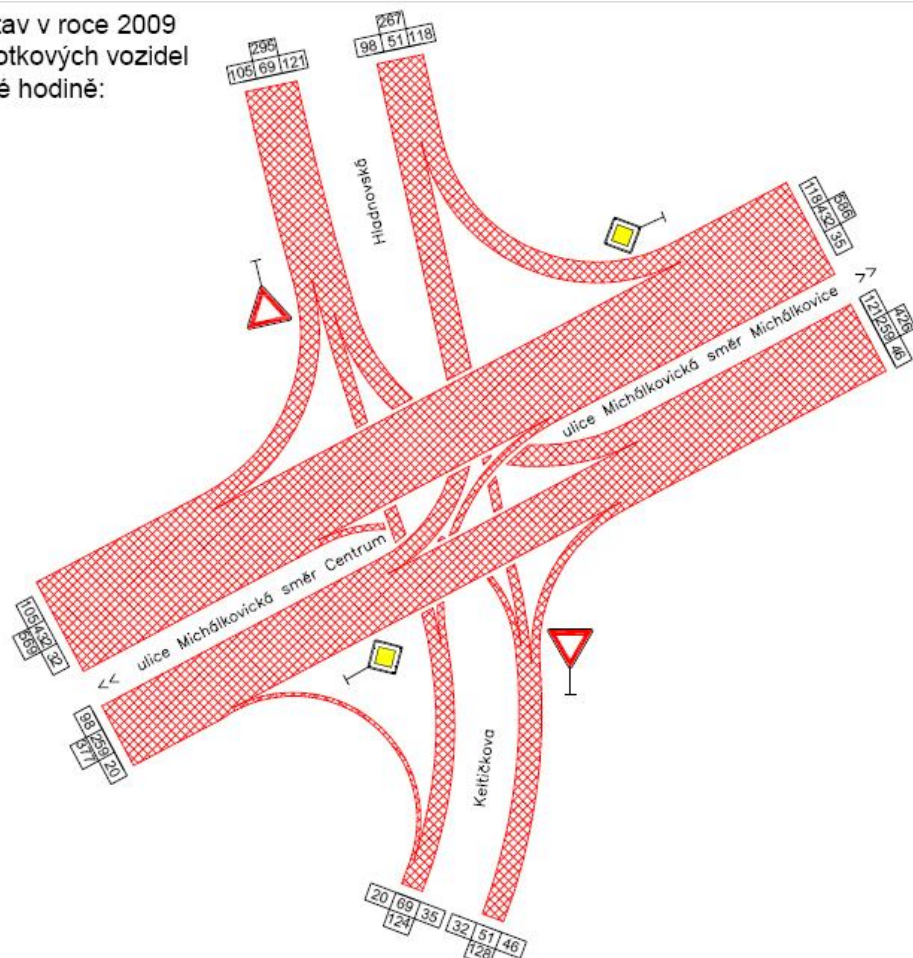
Tab. 3: Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu [2]

Typ křižovatky	Motocykly	Osobní vozidla ^a	Nákladní vozidla, autobusy ^b	Návěsové soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,8	1,0	1,7	2,2
Okružní	0,8	1,0	2,0	3,0
^a Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti. ^b Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo návěsové soupravy a autobusy mimo kloubové autobusy. POZNÁMKA Koeficienty jsou bezrozměrné.				



Obr. 4: Graf vývoje dopravy během dne [16]

Stávající stav v roce 2009
počet jednotkových vozidel
ve špičkové hodině:



Obr. 5: Pentlogram špičkové hodiny

3.3 Dopravní prognóza

Křižovatka se nachází v intravilánu a jde o křížení místních komunikací, které vyžaduje pozornější přístup k dopravní prognóze.

Základním faktem pro určení prognóz dopravy na silniční a dálniční síti a síti místních komunikací jsou výhledové koeficienty vydávané každých pět let Ředitelstvím silnic a dálnic ČR, kde pro rok 2035 zavádím do výpočtu růstový koeficient pro osobní vozidla 1,34 a 1,07 pro nákladní vozidla a autobusy. Počet motocyklů a traktorů uvažuje tato prognóza v nezměněném počtu. Výhledové koeficienty vycházejí z celostátního sčítání.

Dle informací z Magistrátu města Ostravy, útvaru hlavního architekta, je plánovaná změna územního plánu města v okolí ulice Keltičkovy. Ta se týká změny využívání území stávajícího areálu bývalého Dolu Petr Bezruč ze zóny lehkého průmyslu na zónu pro bydlení a občanskou vybavenost. To pravděpodobně přinese nárůst dopravní zátěže v oblasti a já ji

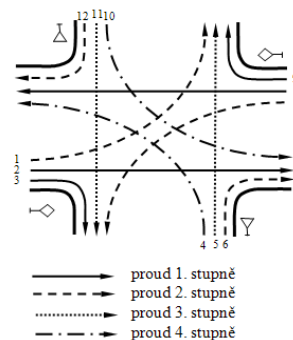
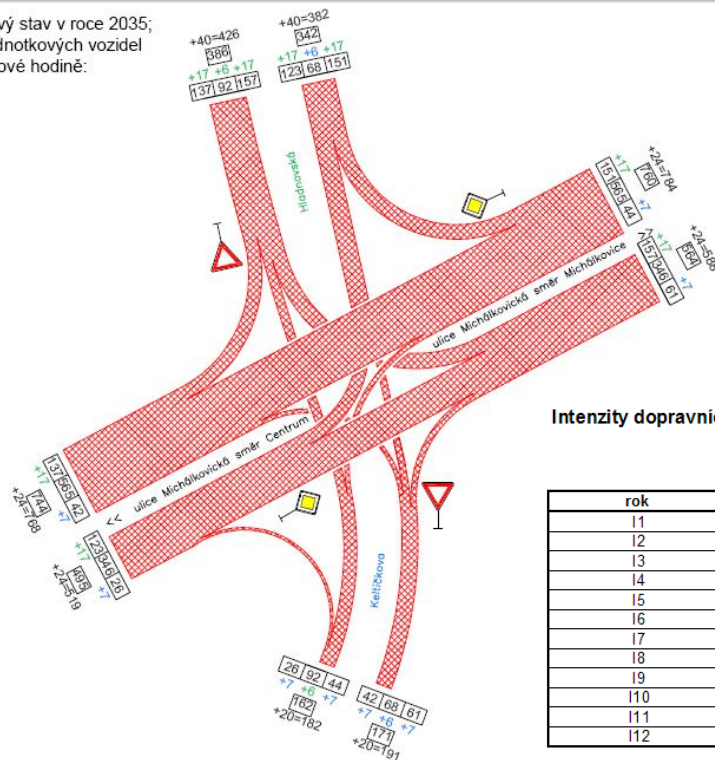
kvantifikuji v prognóze připočítáním dvaceti jednotkových vozidel ve špičkovou hodinu na vjezdu i výjezdu z ulice.

Z pozorování při sčítání dopravy i dle informací dopravní policie nyní řidiči v dopravních špičkách odbočující vlevo z ulice Hladnovské raději volí náhradní trasu po ulici Kranichova a tak se křižovatce vyhnou. Ulice Kranichova je obslužná komunikace v šířce šesti metrů a je tedy pro obousměrný provoz v intenzitách levého odbočení z ulice Hladnovské a bez stavební úpravy nevhodná. Z toho důvodu, v dnešních dnech, OK a.s. osazují vjezd do ulice Kranichovy značkou IP 10b – Návěst před slepou pozemní komunikací a ulici z ulice Michálkovické zaslepí. Tuto situaci popisují v dopravní prognóze nárůstem čtyřiceti vozidel na vjezdu i výjezdu z ulice Hladnovské ve špičkové hodině.



Obr. 6: Objízdná trasa po ulici Kranichova

Výhledový stav v roce 2035;
počet jednotkových vozidel
ve špičkové hodině:



Intenzity dopravních proudů:

rok	rok 2009	rok 2035
11	98	140
12	259	346
13	20	33
14	32	49
15	51	74
16	46	68
17	35	51
18	432	565
19	118	168
110	121	174
111	69	98
112	105	154

přírůstek (s)

	Hladnovská	Keltičkova
17		
	7	
	7	
	6	
	7	
	7	
17		
17		
6		
17		

Obr. 7: Výhledové intenzity dopravy pro rok 2035

3.4 Posouzení kapacity křižovatky

Dalším krokem předcházející návrhům variant je kapacitní posouzení stávajícího stavu a dvacetiletého výhledu po uvedení do provozu. Pro tuto křižovatku jsem uvažoval rok 2035. Kompletní aktuální postup výpočtu je uveden v normě TP 188 – Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek.

„Celková kapacita křižovatky je dána počtem vozidel, která mohou projet křižovatkou za určitý časový úsek.

Kapacita jednotlivých podřazených proudů na neřízené křižovatce je podmíněna počtem časoprostorových mezer mezi vozidly jízdního proudu s předností v jízdě, přijatelných pro začlenění nebo křižování vozidel podřazeného proudu tak, aby jejich jízdní úkony mohly být provedeny plynule, bezpečně a bez zbytečných časových ztrát.“ [8]

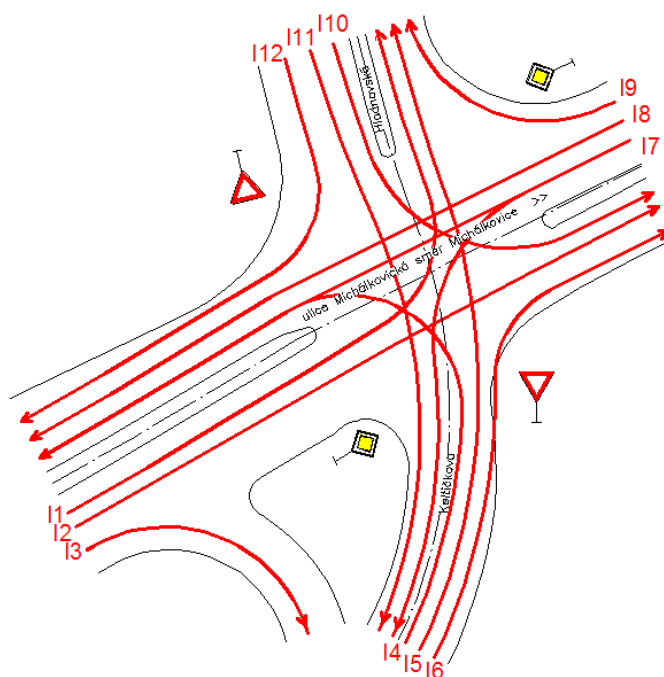
Vstupní intenzity jsou násobeny hodnotami výhledových koeficientů dopravy pro rok 2035 tj. 1,34 pro osobní vozidla a 1,07 pro těžká vozidla. Skladba dopravního proudu je ve výpočtu zohledněna násobením koeficienty dle tabulky 2. K intenzitám jsou ještě připočítány přírůstky od vozidel obsluhující ulici Keltičkovou a Hladnovskou v počtu dle kap. 3.2.

Kapacitní výpočet a posouzení v TP 188 má tři základní úrovně. V první se stanoví základní kapacity G_n podřazených dopravních proudů vyjadřující teoretickou maximální možnou kapacitu, ve druhé se stanoví skutečné hodnoty kapacity dopravního proudu C_n , které závisí na pravděpodobnosti p_0 nevzdutí nadřazených dopravních proudů. Závěrem se stanoví rezerva kapacity Rez jako rozdíl skutečné kapacity C_n a intenzity I_n a posoudí se úroveň kvality dopravy prostřednictvím vypočtené hodnoty střední doby zdržení t_w .

Postup výpočtu základní kapacity G_n :

$$G_{n,i} = \frac{3600}{t_{f,i}} \cdot e^{\frac{I_{H,i}}{3600} \left(t_{g,i} - \frac{t_{f,i}}{2} \right)}, \quad /1/$$

- kde: $G_{n,i}$ základní kapacita i-tého proudu v přepočtených vozidlech (pvoz/h),
 $I_{H,i}$ rozhodující intenzita nadřazených proudů (voz/h),
 $t_{g,i}$ kritický časový odstup (s),
 $t_{f,i}$ následný časový odstup (s),



Obr. 8: Schematické rozdělení dopravních proudů na křižovatce

Tab. 4: Dopravní proudy pro výpočet neřízené křižovatky [8]

Dopravní proud	Charakteristika	Křižovatka
		průměrná (obr.6)
1.stupeň	absolutní přednost	2,3,8,9
2.stupeň	jednoduchá podřízenost proudů 1. stupně	1,6,7,12
3.stupeň	dvojnásobná podřízenost proudům 1. a 2. stupně	5,11
4.stupeň	trojnásobná podřízenost proudům 1., 2. a 3.stupně	4,10

Tab. 5: Součet intenzit nadřazených dopravních proudů (intenzity viz. obr. 6)

Podřazený proud	Číslo	Součet intenzit nadřazených proudů (voz/h)	rok 2009	rok 2035
Doleva z hlavní	1	$I_8 + I_9$	551	733
	7	$I_2 + I_3$	279	379
Doprava z vedlejší	6	$I_2 + 0,5 \cdot I_3$	269	363
	12	$I_8 + 0,5 \cdot I_9$	492	649
Z vedlejší přes hlavní v přímém směru	5	$I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_9 + I_{11} + I_{17}$	952	1287
	11	$I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_2 + I_3 + I_{11} + I_{17}$	903	1219
Doleva z vedlejší	4	$I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_{11} + I_{17} + I_{12} + I_{11}$	1067	1455
	10	$I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_{11} + I_{17} + I_{16} + I_{15}$	990	1345

Tab. 6: Střední hodnoty kritických časových odstupů ($v=47\text{km/h}$ dle měření OK a.s.)

Podřazený proud	Číslo dopravního proudu	Funkce t_g (s) v závislosti na rychlosti jízdy (km/h) na hlavní komunikaci	Výsledek
Doleva z hlavní	7/1	$3,4 + 0,021 \cdot v$	4,387
Doprava z vedlejší	6/12	$2,8 + 0,038 \cdot v$	4,586
Z vedlejší přes hlavní v přímém směru	5/11	$4,4 + 0,036 \cdot v$	6,092
Doleva z vedlejší	4/10	$5,2 + 0,022 \cdot v$	6,234

Tab. 7: Střední hodnoty následných časových odstupů

Podřazený proud	Číslo dopravního proudu	t_f	
		P4	P6
Doleva z hlavní	7/1	2,6	
Doprava z vedlejší	6/12	3,1	3,7
Z vedlejší přes hlavní v přímém směru	5/11	3,3	3,9
Doleva z vedlejší	4/10	3,5	4,1

Pro kapacitu pruhu n-tého proudu třetího a čtvrtého stupně

Při výpočtech pro podřazené dopravní proudy 3. Nebo 4. Stupně je nutné zohlednit pravděpodobnost nevzdutí rozhodujících nadřazených dopravních proudů, která snižuje jejich základní kapacitu. Pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazených proudů $p_{0,n}$ se stanoví podle vztahu:

$$p_{0n} = \max \begin{cases} 1 - a_v = 1 - \frac{I_n}{C_n} \\ 0 \end{cases} \quad \text{pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazených}$$

proudů.

/2/

kde:

- n dopravní proudy 1, 7, 6, 12 [-],
- a_v stupeň vytížení pro n-tý proud (-),
- I_n intenzita dopravy dopravního proudu n (pvoz/h),
- C_n kapacita jízdního pruhu n-tého proudu (pvoz/h),

odtud pak, $C_{n,i} = G_{n,i} \cdot p_{0n}$..skutečná hodnota kapacity dopravního proudu /3/

Pro dopravní proudy odbočující vlevo (1 a 7), platí rovnice jen tehdy, je-li 95%-ní délka fronty $N_{95\%}$ vyjádřená v metrech menší než délka řadícího pruhu l_i . Pokud je $N_{95\%}$ větší než délka řadícího pruhu, je třeba místo hodnoty $p_{0,1}$ příp. $p_{0,7}$ stanovit hodnotu $p_{0,1}^*$ příp. $p_{0,7}^*$ podle vztahu /4/.

Pokud nejsou pro proudy odbočující vlevo 1 a 7 samostatné pruhy, místo hodnoty $p_{0,1}$ a $p_{0,7}$ se vypočítá hodnota $p_{0,1}^{**}$, příp. $p_{0,7}^{**}$ podle vztahu /5/.

$$p_{0,n}^* = \max \begin{cases} 1 - \frac{l_i+1}{6} \sqrt[6]{a_{vi} \frac{l_i+1}{6} + (a_{vj} + a_{vk}) \frac{l_i+1}{6}} \\ 0 \end{cases}; \quad /4/$$

kde:

- i dopravní proudy 1 a 7 [-],
- j dopravní proudy 2 a 8 [-],
- k dopravní proudy 3 a 9 [-],
- $p_{0,n}^*$ pravděpodobnost nevzdutého stavu ve společném pruhu na hlavní komunikaci,
- a_{vi}, a_{vj}, a_{vk} $(= \frac{C_i}{I_i}, \frac{C_j}{I_j} \text{ nebo } \frac{C_k}{I_k})$ stupeň vytížení pro dopravní proudy i, j, k (-),
- I_i, I_j, I_k intenzita dopravního proudu i, j, k (pvoz/h),
- C_i, C_j, C_k kapacita jízdního pruhu i, j, k (pvoz/h),
- l_i délka úseku pro zastavení v pruhu pro odbočení vlevo

$$p_{0,n}^{**} = \max \left\{ \begin{array}{c} 1 - (a_{vi} + a_{vj} + a_{vk}) \\ 0 \end{array} \right\}; \quad /5/$$

kde:

i dopravní proudy 1 a 7 [-],

j dopravní proudy 2 a 8 [-],

k dopravní proudy 3 a 9 [-],

$p_{0,n}^{**}$ pravděpodobnost nevzdutého stavu v příslušných společných pruzích,

a_{vi}, a_{vj}, a_{vk} $(= \frac{C_i}{I_i}, \frac{C_j}{I_j} \text{ nebo } \frac{C_k}{I_k})$ stupeň vytížení pro dopravní proudy i, j, k (-),

I_i, I_j, I_k intenzita dopravního proudu i, j, k (pvoz/h),

C_i, C_j, C_k kapacita jízdního pruhu i, j, k (pvoz/h),

Stavy bez vytváření fronty vozidel

Při určování kapacity jízdních pruhů proudů čtvrtého stupně (4 a 10) na průsečné křižovatce, tj. proudů odbočujících vlevo z vedlejší komunikace se musí zohlednit pravděpodobnost, že se současně nevytvoří kolony v dopravních proudech druhého (1, 7 a 6, 12) a třetího stupně (5 a 11), což ale není navzájem závislé. Po vypočítání hodnot pravděpodobnosti $p_{0,1}, p_{0,7}, p_{0,6}, p_{0,12}, p_{0,5}, p_{0,11}$ se určují hodnoty pravděpodobností $p_{z,5}$ a $p_{z,11}$, které vyjadřují s dostatečnou přesností stav bez vzduť.

$$p_{z,n} = \frac{1}{1 + \frac{1 - p_x}{p_x} + \frac{1 - p_{0,n}}{p_{0,n}}}; \quad /6/$$

kde:

n dopravní proudy 5 nebo 11,

$p_{0,n}$ pravděpodobnost nevzdutého stavu n -tého nadřazeného proudu (-),

p_x $p_x = p_{0,1} \cdot p_{0,7}$ pravděpodobnost současného nevzdutí proudů 1 a 7 (-),

- v případě, že 95%-ní délka fronty $N_{95\%}$ dopravního proudu 1 nebo 7 je větší než délka pruhu pro odbočení vlevo, místo $p_{0,1}$ nebo $p_{0,7}$ se použije hodnota $p_{0,1}^{**}$ a $p_{0,7}^{**}$.
- Pravděpodobnost současného nevzdutí proudů 1, 7, 5 nebo 1, 7, 11 (-).
-

Kapacita jízdních pruhů proudů čtvrtého stupně (C_4 a C_{10}), tj. proudů odbočujících vlevo z vedlejší komunikace se vypočítají podle vztahu:

$$C_4 = p_{z,11} \cdot p_{0,12} \cdot G_4 ;$$

$$C_{10} = p_{z,5} \cdot p_{0,6} \cdot G_{10} ;$$

/7/

Stanovení střední doby zdržení

Střední doba zdržení závisí na rezervě kapacity jízdního pruhu příslušného proudu, příp. smíšených proudů, a jeho kapacitě. Před stanovením hodnoty t_w vyjadřované v sekundách je nutné ze znalosti navrhované intenzity dopravních proudů a vypočtené kapacity pruhu stanovit rezervu kapacity Rez podle vztahu:

$$Rez = C_n - I_n ;$$

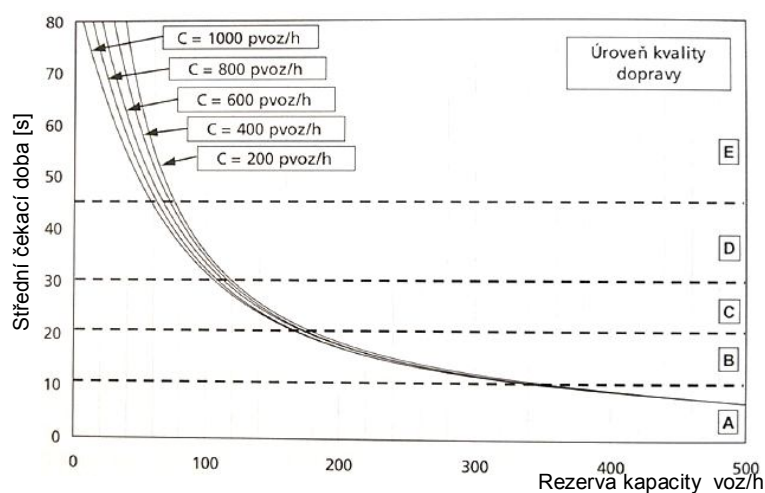
/8/

kde:

Rez rezerva kapacity (pvoz/h),

C_n kapacita pruhu (pvoz/h),

I_n intenzita dopravního proudu n nebo smíšených proudů n, n, n (pvoz/h).



Obr. 9: Vztah střední doby zdržení na kapacitě a její rezervě [8]

Stanovení délky fronty

Délka fronty na vjezdech do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnost uvažované délky fronty. Znamená to, že v 95% času během špičkové hodiny je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5% času se připouští fronta vozidel delší.

Stupeň vytížení je dán následujícím vztahem:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n}; \quad /9/$$

kde:

- a_v stupeň vytížení (-),
 C_n kapacita pruhu dopravního proudu n (pvoz/h),
 I_n návrhová intenzita dopravního proudu n (pvoz/h).

Délka fronty $N_{95\%}$ je dána následujícím vztahem:

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} C_n \left(a_v + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right); \quad /10/$$

kde:

- $N_{95\%}$ délka fronty (m),
 a_v stupeň vytížení (-),
 C_n kapacita pruhu dopravního proudu n (pvoz/h).

Tab. 8: Vstupní hodnoty pro výpočet

Proud	Intenzity		Číslo stupně	Časové mezery		Poznámka
	2009	2035		t_g	t_f	
I1	98	140	2	4,387	2,6	p_0 nutno určit
I2	259	346	1	-	-	společný pruh
I3	20	33				
I4	32	49	4	6,234	3,5	
I5	51	74	3	6,092	3,3	společný pruh
I6	46	68		4,586	3,1	
I7	35	51	2	4,387	2,6	p_0 nutno určit
I8	432	565	1	-	-	společný pruh
I9	118	168				
I10	121	174	4	6,234	3,5	
I11	69	98	3	6,092	3,3	společný pruh
I12	105	154		4,586	3,1	

Tab. 9: Pomocné výpočty pravděpodobností

	$p_0^*: N_{95\%} > I_i$		$p_0: N_{95\%} \leq I_i$			
	2009	2035	2009	2035		
$p_{0,1} =$	0,844997	0,786011	0,886629	0,809947		
$p_x =$	0,587	0,466	0,858	0,769		
$p_{0,5} =$	0,678225	0,55586	0,950641	0,920762		
$p_{0,7} =$	0,694111	0,592904	0,967807	0,948835		
$p_x =$	0,587	0,466	0,858	0,769		
$p_{0,12} =$	0,862623	0,77038	0,862623	0,77038		
$p_{0,5} =$			0,8236	0,5661	$p_{z,5} =$	0,7514 0,6240
$p_{0,11} =$			0,9265	0,4743	$p_{z,11} =$	0,7514 0,6240

Tab. 10: Kapacity vjezdů

	rok 2009	rok 2035
Cm1=	864	739
Cm2=	1800	1800
Cm3=	1800	1800
Cm4=	176	81
Cm5=	289	171
Cm6=	926	855
Cm7=	1090	1001
Cm8=	1800	1800
Cm9=	1800	1800
Cm10=	214	111
Cm11=	936	186
Cm12=	767	672
Cm(5,6)=	441	285
Cm(11,12)=	843	292

Tab. 11: Rezerva kapacit, stupeň vytížení, délka fronty

	vjezd	2009	2035		2009	2035		2009	2035
Rezerva kapacit Rez= Cn-In	1	766	598	stupeň vytížení av = In/Cn	0,1134	0,1901	Průměrná délka fronty N95 = $3 \cdot Cn/2 \cdot (av - 1 + \text{odmocnina z } ((1 - av)/2 + 24 \cdot av/Cn))$ (m)	2,30	4,21
	2	xxx	xxx		0,1437	0,1924		xxx	xxx
	3	xxx	xxx		0,0112	0,0181		xxx	xxx
	4	145	32		0,1797	0,6072		3,91	22,50
	5	238	97		0,1764	0,4339		3,84	13,20
	6	880	788		0,0494	0,0792		0,93	1,55
	7	1055	949		0,0322	0,0512		0,60	0,97
	8	xxx	xxx		0,2402	0,3137		xxx	xxx
	9	xxx	xxx		0,0657	0,0934		xxx	xxx
	10	93	-63		0,5636	1,5694		21,59	229,85
	11	867	88		0,0735	0,5257		1,43	18,64
	12	662	518		0,1374	0,2296		2,86	5,35

Tab. 12: Úroveň kvality dopravy, střední čekací doba

Úroveň kvality dopravy		Střední čekací doba
Označení	Charakteristika doby čekání	
A	Doba čekání velmi malá	≤ 10
B	Zdržení ještě bez front	≤ 20
C	Ojedinelé krátké fronty	≤ 30
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	≤ 45
E	Nestabilní stav	> 45
F	Překročená kapacita	-

- **Stupeň A:** Doba čekání je velmi malá.
- **Stupeň B:** Dopravní proud dávající přednost v jízdě je ovlivněný. Doba čekání je malá.
- **Stupeň C:** Doba čekání je citelná. Vznikají ojedinělé krátké fronty.
- **Stupeň D:** Fronta vozidel vyvolává výrazné časové ztráty. Dopravní situace je ještě stabilní.

- **Stupeň E:** Tvoří se fronta, která se při existujícím zatížení již nesnižuje. Charakteristická je citlivá závislost, kdy malé změny zatížení vyvolají prudký nárůst ztrát.
- **Stupeň F:** Kapacita je překročena. Fronta vozidel narůstá bez ohledu na dobu čekání. Křižovatka je přetížena v delším časovém intervalu.

Závěr a navržená opatření

Z uvedené tabulky výsledků (tab. 11) je patrné, že levé odbočení z ulice Hladnovské je pro návrhové období (rok 2035) nekapacitní. Rovněž úroveň kvality dopravy by se dala označit stupněm F a to je pro silnici třetí třídy nevyhovující stav (pož. E). Proto navrhuji dvě varianty úprav pro zlepšení tohoto stavu:

- **přestavba průsečné křižovatky na okružní** o průměru 40 m, zúžením jízdních pruhů na vjezdech na 3,50 m, max. délka přechodů do 7m + osazení signálními, varovnými a vodícími pásy,
- **osazení stávající křižovatky světelným signalizačním zařízením**, tvorbou signálního pásu o třech fázích, a tak omezení počtu kolizních bodů možných při provozu SSZ na průsečné křižovatce, max. délka přechodů do 12-ti m, osazení signálními, varovnými a vodícími pásy, zavedení vodorovného dopravního značení V 12e – bílá klikatá čára na všech pruzích hlavní pozemní komunikace, před křižovatkou.

4. Varianta „A“ - přestavba průsečné křižovatky na okružní

4.1 Směrové řešení

Stávající hlavní komunikace je dvakrát zalomená v prostoru před a za křižovatkou, směrem od centra levotočivým obloukem o poloměru 300m a za křižovatkou opět levotočivým obloukem o poloměru 600m. V délce 65 m před i za křižovatkou je vedena v přímé. Pro potřeby návrhu přestavby byla tato osa ponechána.

Vedlejší komunikace, ulice Hladnovská, se napojuje na hlavní komunikaci pod úhlem 80°. Směrové vedení bude ponecháno, úprava bude zasahovat do prostorového uspořádání, řazení jízdních pruhů a tím se celkově zúží komunikace z pravé strany. Levá strana bude kopírovat stávající obrubu až po napojení na ulici michálkovickou a tím vznikne prostor pro větev pro pravé odbočení z Michálkovické.

Vedlejší komunikace, ulice Keltičkova, se napojuje na hlavní komunikaci levotočivým obloukem o poloměru 50 m. Pravé odbočení z hlavní komunikace na ulici kytíčkovou je řešeno větví šířky 7,50 m, která je vzhledem k intenzitám odbočujících vozidel neefektivní. Z důvodu napojení větví okružní křižovatky směrem do středu ostrova dojde ke změně poloměru oblouku osy na 38 m. Větev pro pravé odbočení z hlavní komunikace bude zrušen a šířka výjezdové větve bude rozšířena na 5,5 m mezi obrubami pro umožnění průjezdu nákladních automobilů zásobujících firmu Forecast int, s. r. o.. Vjezd nákladních automobilů je nyní do ulice Keltičkové zakázán dopravní značkou s dodatkovou tabulkou umožňující vjezd dopravním obsluhám.

Hlavní komunikace je ve stoupání 3,4% směrem z centra města do křižovatky a 1% za křižovatkou. Vedlejší, ulice Hladnovská, klesá 0,7% směrem do křižovatky, ulice Keltičkova stoupá 2,83% směrem do křižovatky.

Nově jsou navrženy jízdní pruhy v minimální možné šířce 3,00 m pro navození psychologického zúžení a následné snížení rychlosti. Jízdní pruhy lemují vodící a odvodňovací proužky v celkové šířce 0,50 m.

Vjezdové větve byly zvoleny o poloměru 12 m, výjezdové větve o poloměru min. 15 m.

Vnější poloměr okružního pásu je 20,0 m a zasahuje mimo obruby původní průsečné křižovatky.

4.2 Návrh šířky jízdních pruhů

Šířky vjezdových větví byly zvoleny v hodnotách 4,50 m (tj. 3,50 m jízdní pás + 2 x 0,25 m vodící proužek + 2 x 0,25 m odvodňovací proužek). Pouze šířka vjezdové větve ulice Michálkovické od Michálkovic je v šířce 4,00 m (tj. 3,00 m jízdní pás + 2 x 0,25 m vodící proužek + 2 x 0,25 m odvodňovací proužek) z důvodu zvláštního pruhu pro pravé odbočení a přímého napojení na okružní pás a omezení rychlosti.

Šířky výjezdových větví jsou individuální, v závislosti na úhlu připojení, od 4,50 m do 6,00 m mezi obrubami. V prostoru před a za křižovatkou pruhy postupně mění svou šířku až na návrhovou při připojení na okružní pás.

Šířka pruhu okružního jízdního pásu je 5,50 m + 0,25 m vodící proužek + 0,25 m odvodňovací proužek. Šířka pojížděného prstence je 2,00 m.

4.3 Umístění a rozměry přechodů pro chodce

Na základě odpozorovaných intenzit chodců během sčítání dopravy byly navrženy šířky přechodů pro chodce. Přes ulici Hladnovskou a Michálkovickou směrem od Michálkovic jsou šířky navržených přechodů z důvodu zvýšených intenzit 3,50 m. Šířka ostatních přechodů je 3,00 m. Přechody pro chodce umísťují odsazeně od okružního jízdního pásu o délku osobního vozidla z důvodu omezení blokování křižovatky přecházejícími chodci. Při dodržení vzdálenosti mezi obrubníky na vjezdových a výjezdových větvích, je na všech přechodech dodržena maximální délka přechodů 7,00 m! Dalším opatřením pro zvýšení bezpečnosti chodců je osazení signálními pásy šířky 0,80 m a varovnými pásy šířky 0,40 m. Všechny přechody jsou osazeny vodícím pásem pro slabozraké.

Vybraná skladba vozovky:

D1-N-1-IV-II;

ABS II	40 mm
OKS I	80 mm
MZK	150 mm
<u>ŠD</u>	<u>150 mm</u>
Celkem	420 mm

Vybraná skladba poježděného prstence:

D1-T-1-IV-II;

CBI	210 mm
KZCI	150 mm
<u>ŠD</u>	<u>120 mm</u>
Celkem	510 mm

4.6 Odvodnění

Z důvodu složitého prostorového modelování napojení vjezdových a výjezdových větví na okružní pás, které není předmětem řešení této práce, jsem pro potřeby této studie, odvodnění řešil orientačně. Základní střešovitý příčný sklon komunikací je 2,5%. Na okružním jízdním pásu je odstředivý sklon 2,5%, na poježděném prstenci 8% (viz příloha č. 2.4 Příčný řez ostrovem).

Kanalizační vpusti by měly být účelně umístovány v místech shromažďování srážkové vody před přechody pro chodce v odvodňovacích prouzcích, nebo v místech, kde by voda dále proudila do prostoru křižovatky. Na každou kanalizační vpust' připadá maximálně 400m² odvodňované plochy komunikace.

Odvodnění chodníků je provedeno vsakováním do jejich konstrukce a po zemní pláni ve sklonu min. 3% do sítě drenážních trubek a dále do městské kanalizace.

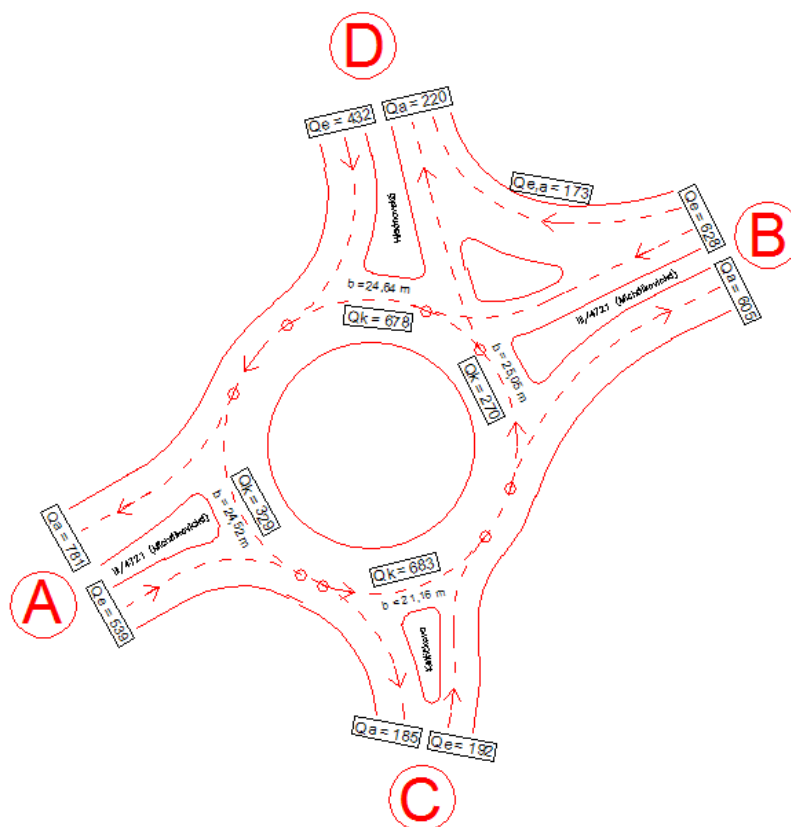
4.7 Pentlogram, kapacitní posouzení

Kapacitní posouzení okružní křižovatky se provádí TP 135 – Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Posouzení se provádí přesáhne - li dopravní prognóza intenzitu dopravy na řešené křižovatce 18 000 voz/24h. Největší intenzity dopravy projíždějí křižovatkou ve směru původní hlavní pozemní komunikace, mohly by proto zablokovat vjezdy z původních vedlejších komunikací.

Rozdílnost oproti kapacitnímu posouzení průsečné křižovatky je ve výpočtu množství jednotkových vozidel, kdy osobní vozidlo násobíme 1 v a nákladní vozidlo 2 v.

Zatížení dopravních proudů pro jednotlivé vjezdy jsou na základě hodnot dopravního zatížení získaných z dopravního průzkumu – sčítání dopravy z 21.4.2009. Pro každý paprsek křižovatky určujeme následující hodnoty:

- Q_e kapacita vozidel na vjezdu (v/h),
- Q_a kapacita vozidel na výjezdu (v/h),
- Q_k intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následným (posuzovaným) vjezdem (v/h).



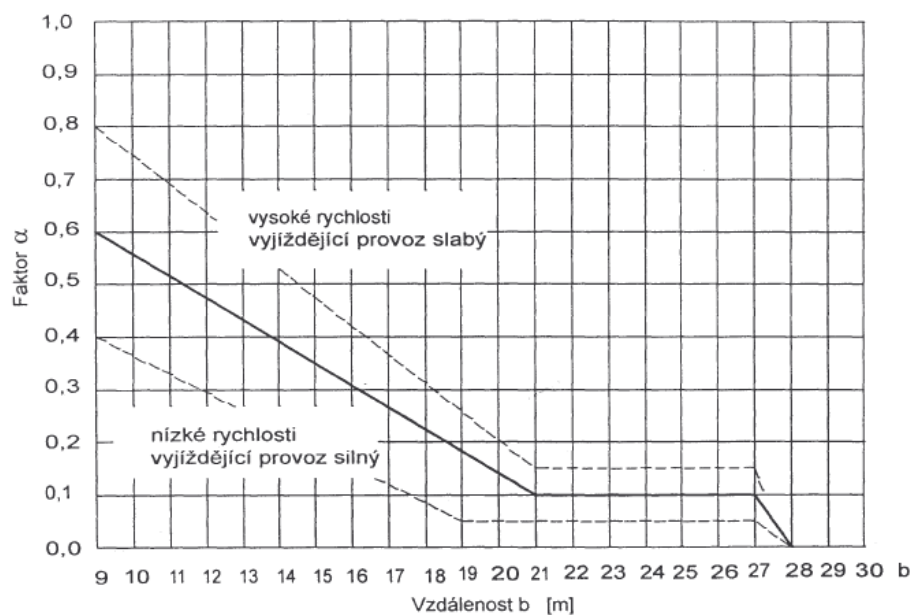
Obr. 11: Intenzity na vjezdech výjezdech

Kapacita vjezdu okružní křižovatky L_e se počítá dle vztahu:

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a); \quad /11/$$

kde:

α faktor, zohledňující vzájemnou vzdálenost b vjezdu a výjezdu na jednom paprsku (viz. obr. 12),



Obr. 12: Graf pro zjištění faktoru α [6]

Stupeň vytížení okružní křižovatky ALG_e :

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 \text{ [%]}; \quad /12/$$

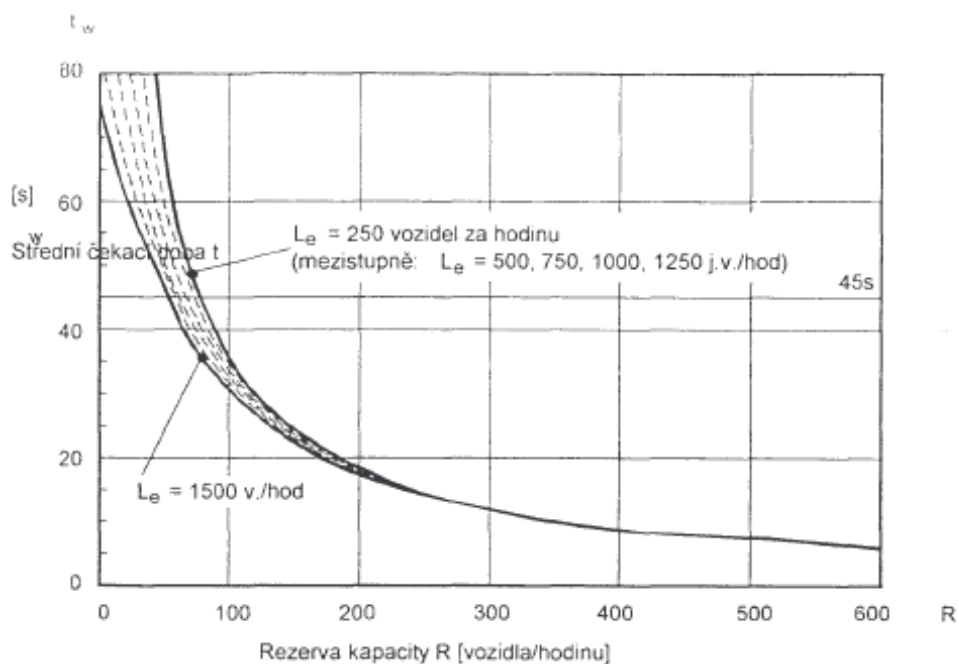
Rezerva kapacity vjezdu R vychází ze vztahu:

$$R = L_e - Q_e \text{ [v/h]};$$

/13/

Čekací doba t_w :

Vychází z rovnic KIMBER/HOLIS odvozených z teorie čekání ve frontě. Určuje se z grafu na obr. 13 pomocí rezervy kapacit R a kapacity vjezdu L_e .



Obr. 13: Střední čekací doba závislá na rezervě kapacity a kapacity vjezdu [6]

Délka čekací fronty:

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{voz} \text{ [m];}$$

/14/

kde:

L_{voz} se uvažuje pro jeden osobní automobil 6 m.

Tab.12: Tabulka výsledků kapacitního posouzení

hodnoty	popis hodnot	vjezd A	vjezd B	vjezd C	vjezd D
Q_e (v/h)	intenzita vjezdu	539	628	192	432
Q_a (v/h)	intenzita výjezdu	781	605	185	220
Q_k (v/h)	intenzita mezi výjezdem a vjezdem	329	270	683	678
b (m)	vzdálenost kolizních budů	24,52	25,05	21,16	24,64
α	faktor vzdálenosti	0,1	0,1	0,1	0,1
L_e (v/h)	kapacita vjezdu	1431	1446	1484	1480
ALG_e (%)	stupeň vytížení	37,71	43,44	12,93	29,21
R (v/h)	rezerva kapacity vjezdu	891,1	818,0	1291,8	1048,0
t_w (s)	čekací doba	7	7	6	6
L (m)	délka čekací fronty	6,3	7,3	1,9	4,3
L_{voz} (m)	délka vozidla	6	6	6	6

Závěr:

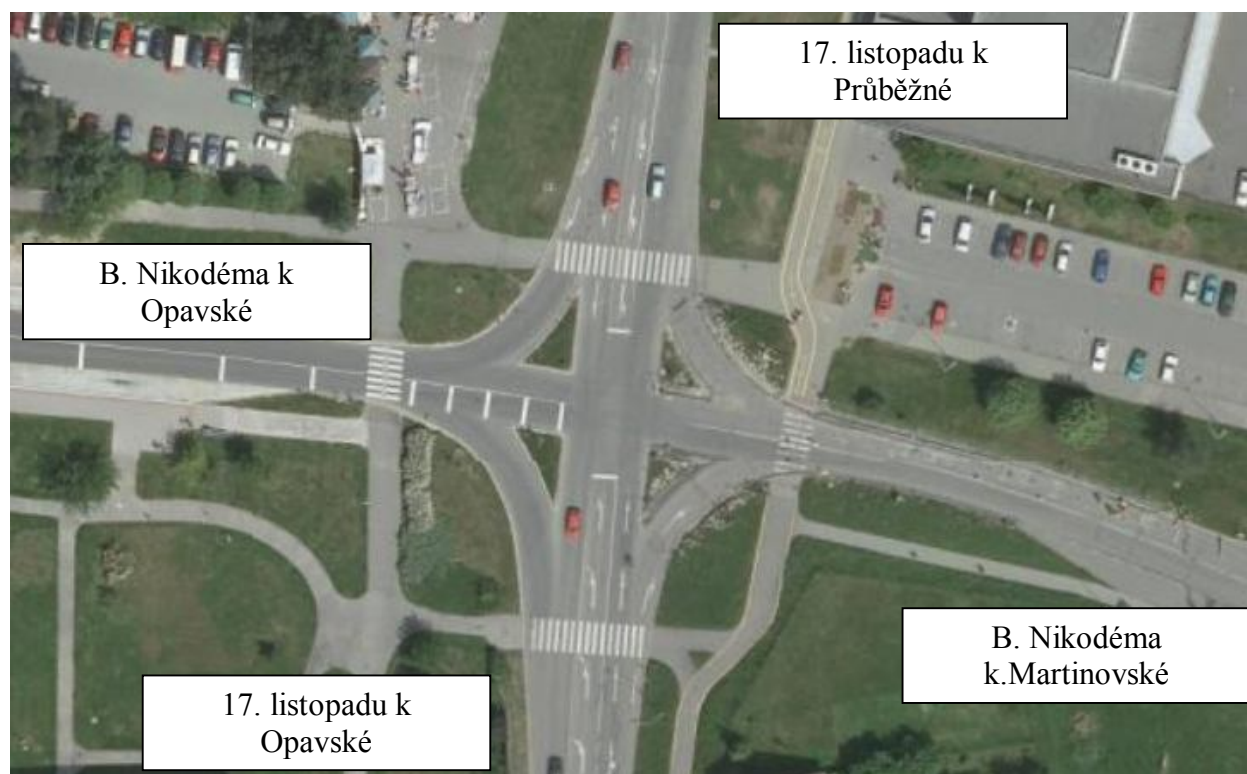
Z tabulky výsledků kapacitního posouzení je patrná dostatečná kapacita na všech vjezdech do křižovatky s únosnou dobou zdržení 6 – 7 sekund.

4.8 Porovnání s již realizovanou přestavbou na okružní křižovatku

17. listopadu x Bedřicha Nikodéma v Ostravě

Popis:

Jedná se o křižovatku, která byla během roku 2008, v letních měsících, rekonstruovaná z průsečné na okružní. Realizované opatření mělo za úkol na křižovatce snížit nehodovost.



Obr. 14: Stavební uspořádání křižovatky před přestavbou [10]

Tab. 13: Nehodovost ve sledovaném období [16]

Rok	Pořadí	Číslo křižovatky	Název křižovatky	Počet nehod	Následek nehody, zranění					Hlavní příčina nehody				
					Smrtelné poranění	Těžké poranění	Lehké poranění	Hm. škoda v tis. Kč	Závažnost nehody	Přednost	Rychlost	Předjíždění	Chodec	Bezpečná vzdál.
2006	1	419	17.LISTOPADU-B NIKODEMA	26			6	2054	85,9	23				1
2007	28	419	17.LISTOPADU-B NIKODEMA	10			1	275	30,5	4		1	1	3
2008	15	4019	17.LISTOPADU-B NIKODEMA	13			1	1101	87	13				
1. pol. 2009	57	4019	17.LISTOPADU-B NIKODEMA	2				36	18	2				

přestavba na konci roku

Analýza

V původní průsečné křižovatce docházelo k nehodám pouze z důvodu nedání přednosti v jízdě a to hlavně z vedlejší komunikace od ul. Martinovské.

Vyhodnocení opatření

Přestavba rozsáhle průsečné křižovatky na okružní křižovatku výrazně redukovala problém s dáváním přednosti v jízdě, což se ihned projevilo v počtu nehod v druhé polovině roku v době stavební činnosti a po ní. Skutečná pozitivnost přestavby bude zřejmá až po analýze dopravní nehodovosti za celý rok 2009. (pozn.: převzato z [10]) Přesto si zde uvedu určení míry zlepšení nehodovosti pro srovnání a aplikaci na řešenou křižovatku.

Průměrný počet dopravních nehod za období bez vlivu stavby (tj. rok 2006 a 2007) je 18 nehod s průměrnou hmotnou škodou 1 164 500,- Kč ročně. Uvažujeme-li první polovinu roku 2009 za dostatečný reprezentant, můžeme říci, že po přestavbě se udály 4 nehody ročně s průměrnou škodou 72 000,- Kč. Jde o pokles o 77% u počtů nehod a o 93,8% u hmotných škod. Zhodnotíme-li úsporu na následcích, vzniklých vlivem nehod, na 100 000,- lehké zranění, 1 000 000,- těžké zranění a 10 000 000,- ztráta lidského života, je pokles u hmotných škod po přestavbě ještě výraznější – o 95,2%.

4.9 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení této varianty je provedeno pomocí ceníků průměrných cen dopravní infrastruktury pro rok 2009 a součástí návrhu neobsažené v cenících dle doporučení

a zkušeností projekční kanceláře DOPRAVPROJEKTU Ostrava, s. r. o. s podobnými projekty.

Vozovky netuhé (z asfaltových vrstev)

P. č.	Typ vozovky	Skladba	Tloušťka	Tloušťka celkem	Cena Kč/m ²
1	D1-N-1-III-PII silnice II a III tř a místní komunikace	ABS I	4 cm	47 cm	1 369
		ABH I	6 cm		
		OK I	5 cm		
		MZK	17 cm		
		ŠD	15 cm		
2	D1-N-1-IV-PII silnice II a III tř a místní komunikace	ABS II	4 cm	42 cm	1 220
		OKS I	8 cm		
		MZK	15 cm		
		ŠD	15 cm		

Obr. 11a: Cena za m² netuhé vozovky [11]

Vozovky tuhé (cementobetonový kryt)

P. č.	Typ vozovky	Skladba	Tloušťka	Tloušťka celkem	Cena Kč/m ²
1	D1-T-1-III-PI silnice II a III tř a místní komunikace	CBI	21 cm	36 cm	1 392
		KZCI	15 cm		
2	D1-T-1-III-PII silnice II a III tř a místní komunikace	CBI	21 cm	51 cm	1 588
		KZCI	15 cm		
		ŠD	15 cm		

Obr. 11b: Cena za m² tuhé vozovky [11]

Chodníky dlážděné

P.č.	Typ chodníku	Skladba	Tloušťka	Tloušťka celkem	Cena Kč/m ²
1	D2-D-1-CH-PII a PIII	ŠD	15 cm	24 cm	925
		L	3 cm		
		dlažba zámková	6 cm		
2	D2-D-2-CH-PIII	MZ	20 cm	29 cm	775
		L	3 cm		
		dlažba zámková	6 cm		

Obr. 11c: Cena za m² dlážděného chodníku [11]

Propočet nákladů na stavbu

	Cena/m.j.	počet m.j.	celkem v tis. Kč
Demolice stávající konstrukce do hl. 0,50m:	800,- Kč/m ² ,	900	720
Skladba vozovky okružního pásu D1-N1-IV-PII:	1220,-Kč/m ² ,	640	780,8
Skladba vozovky prstence D1-T-1-III-PII:	1588,- Kč/m ² ,	165	262,02
Skladba dlážděného chodníku D2-D-1-CH-PII:	925,- Kč/m ² ,	465	430,125
Ohumusování + zatravnění ploch:	150,- Kč/m ² ,	2120	318

Nový kryt vozovky:	500,- Kč/m ² , 4553	2276,5
Dopravní značení:		cca 200
Odvodnění:		cca 500
Osvětlení:		cca 1000
Trolejové vedení:		
- křiž. Michálkovická x Hladnovská		
3 sjízdné a 3 elektrické tahové výhybky, 9 křížů,		
23ks trol. Stožárů + 250 m dvoustopého vedení		5850
- ul. Keltičkova		
Vyzbrojení 26-ti stávajících stožárů,		
450 m dvoustopého vedení		1100
- Výluky, náhradní doprava		260
- Revize, technická prohlídka a zkouška		25
Přeložky sítí:		700
Celkem:		14 422 tis. Kč

Orientační cena za provedení přestavby na okružní křižovatku dle návrhu: **cca 14,5 mil. Kč**

Určení ekonomické návratnosti přestavby

Nyní se na křižovatce děje v průměru 6 dopravních nehod s průměrnou škodou 658,75 tis. Kč ročně, včetně zohlednění nákladů na následky nehod. Dojde-li po přestavbě k omezení počtu dopravních nehod a jejich důsledků o 95,2%, jako na porovnávané křižovatce (17. listopadu x B. Nikodéma), sníží se roční hmotná škoda způsobená vlivem dop. nehod na 31 620,- Kč ročně. Půjde tedy o úsporu 627 130,-Kč ročně. Při stagnující úrovni nehodovosti i pro příští roky dojde k návratnosti vynaložených finančních prostředků na stavbu cca za 23 let.

5. Varianta „B“ - osazení křižovatky světelným signalizačním zařízením

Osazení křižovatky světelným signalizačním zařízením je úprava zajišťující dostatečnou kapacitu pro návrhové období (až 6400 voz/24 hodin dle ČSN 73 6102) i bezpečnost všech účastníků silničního provozu rozdělením jednotlivých dopravních proudů do fází, při nichž nedochází ke kolizím.

Návrhem světelné signalizace se zabývá TP 81, dle kterých je zpracován tento postup včetně popisu značení a vztahů.

5.1 Vstupní podklady pro výpočet

Základními vstupy pro výpočet mezičasů signálního plánu je špičková hodinová intenzita. Během dne se na křižovatce vyskytuje ranní a odpolední dopravní špička. Proto navrhují tři cykly fází pro ranní špičku od 7 – 9 hod, odpolední špičku od 13:30 – 17:00 hod a sedlo pro dobu od 6:00 – 7:00, 9:00 – 13:30 a 17:00 – 19:00 hodin, kdy ještě křižovatka vzhledem k intenzitám v návrhovém období vyžaduje řízení signály.



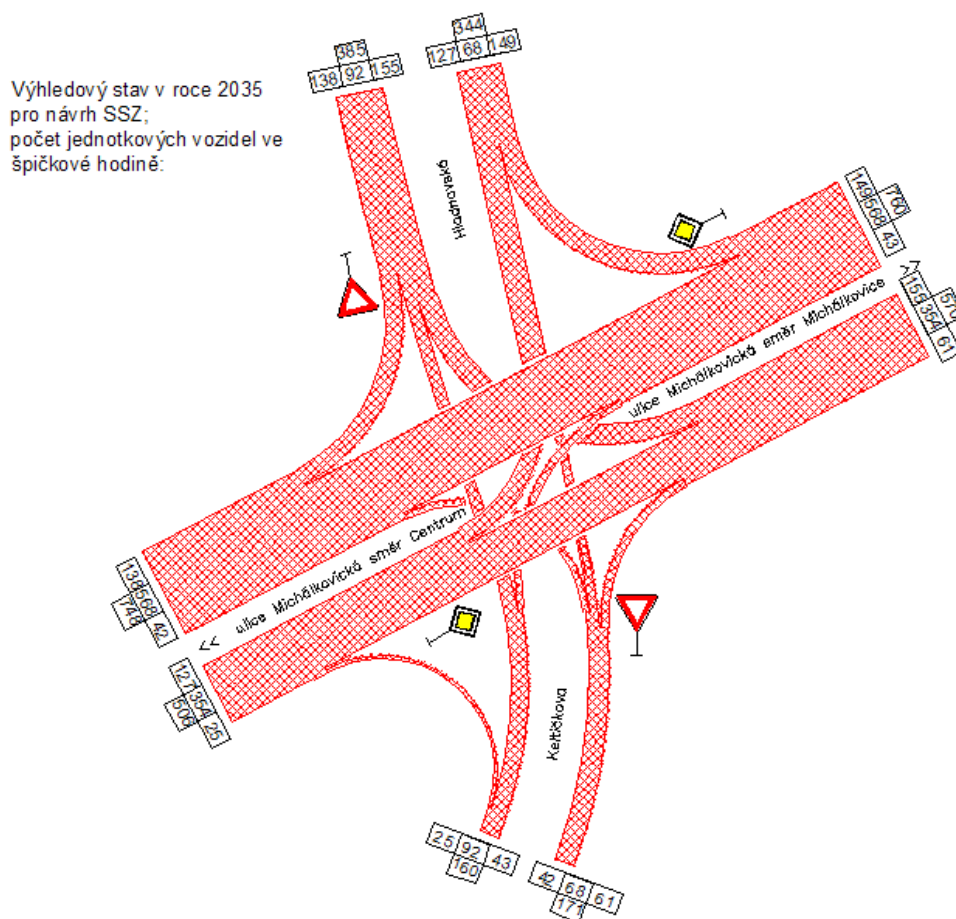
Obr. 12: Určení délky programů

Pro potřeby výpočtu se provádí zohlednění skladby dopravního proudu přepočtem na jednotková vozidla s použitím následujících koeficientů:

Tab. 14: Koeficienty skladby dopravního proudu pro výpočet SSZ

druh vozidla	koef.
osobní automobil	1,0
motocykl	0,5
nákladní automobil	1,5
motocykl	2,0

Přepočítané hodnoty intenzit jsou součástí tabulkového výpisu výsledků délek jednotlivých řází.



Obr. 13: Pentlogram intenzit provozu pro program č.1

Údaje o podélných sklonech:

Tab. 15: Sklonové poměry v křižovatce

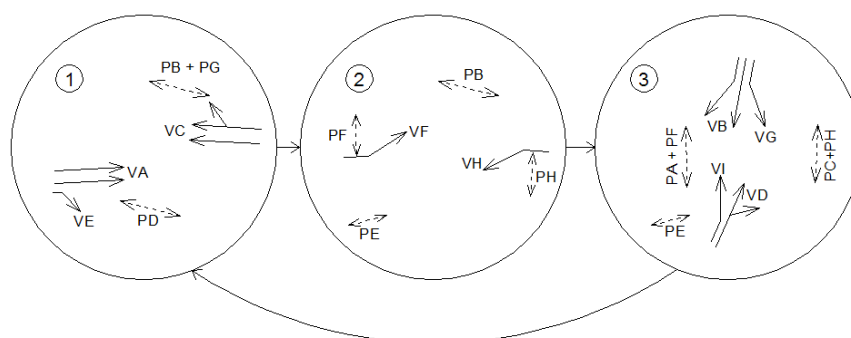
ulice	podélný sklon
Michálkovická od centra	3,4% stoupá směrem do křižovatky
Michálkovická od Michálkovic	-1,0% klesá směrem ke křižovatce
Hladnovská	-0,7% klesá směrem ke křižovatce
Keltičkova	2,83% stoupá směrem do křižovatky

5.2 Schéma fází, výpočet signálního plánu

Počet a pořadí fází se řídí intenzitami provozu na řešené křižovatce. Obecně lze říci, že s rostoucím počtem fází, roste i počet mezikasů a tím se neúměrně protahuje délka cyklu. Optimální délka cyklu se pohybuje do 90 sekund. Maximální délka cyklu je 120 sekund, kdy se u řidičů začíná objevovat známky netrpělivosti a již ztrácejí důvěru ve funkčnost SSZ.

Pro tento případ navrhuji signální cyklus o třech fázích:

- První fáze: Přímý směr a pravé odbočení na hlavní komunikaci + chodci přes vedlejší komunikaci, pravé odbočení VC musí být doplněno žlutým blikajícím světlem ve tvaru chodce.
- Druhá fáze: Levá odbočení z hlavní komunikace + chodci přes vjezd z Hladnovské (PB), přes výjezdy z křižovatky na hlavní komunikaci (PF, PH) a přes větev pro pravé odbočení na ulici Keltičkovou (PE).
- Třetí fáze: Všechny směry na vedlejší komunikaci, kdy silné levé odbočení z ulice Hladnovské (PG) dává přednost přímému směru z ulice Keltičkovy, proto přímý směr (VD) o nízké intenzitě bude o vteřinu napřed před celou třetí fází. Všichni chodci přes hlavní a přes větev pro pravé odbočení na ulici Keltičkovou. Směry VB a VG jsou řízeny plnými signály.



Obr. 14: Schéma řazení fází

Minimální délky signálních dob:

Zelená (volno)	5 s
Žlutá (pozor) – před následující červenou	3 s
Červená (stůj)	dle výpočtu z min. délky cyklu
Žlutočervená (pozor) – před následující zelenou	2 s

Grafické značky pro situační plány světelné signalizace jsou obsaženy v ČSN 73 6021. Umístění stožáru pro umístění světelné signalizace je patrné z přílohy 3.1 – Situace varianty B; SSZ.

Délka cyklu

Potřebná délka cyklu je součet nutných dob signálů volno a rozhodujících mezičasů příslušných k jednotlivým signálům volno:

$$C = \Sigma t_z + \Sigma t_m \text{ (s);} \quad /15/$$

kde: C minimální délka cyklu (s),
 tz nutná doba zelené fáze (s),
 tm rozhodující (nejdelší) mezičas mezi po sobě následujícími fázemi (s).

Orientační hodnoty pro délku cyklu jsou:

minimální: 30 s,
 optimální: 50 s až 80 s,
 maximální: 100 s (120 s).

Postup výpočtu mezičasů:

Pro stanovení mezičasů platí:

$$t_m = t_v - t_v + t_b, \quad /16/ \quad t_n = \frac{L_n}{v_n}, \quad /17/ \quad t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v}, \quad /18/$$

kde:

t_m mezičas, tj. doba nutná mezi koncem a začátkem signálů volno pro dva kolizní dopravní pohyby, během níž poslední vozidlo nebo chodec vyklizujícího dopravního pohybu stačí bezpečně opustit (vyklidit) kolizní plochu dříve, než první (najíždějící) vozidlo nebo chodec kolizního dopravního pohybu tuto plochu dosáhne (s),
 t_v vyklizovací doba, tj. doba potřebná k projetí vyklizujícího vozidla od stopčáry (místa zastavení v křižovatce) do kolizního bodu na konci (začátku) kolizní plochy,

- respektive doba potřebná k chůzi vyklizujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem na konec kolizní plochy (s),
- t_n najížděcí doba, tj. doba potřebná k projetí najíždějícího vozidla od stopčáry (místa zastavení v křižovatce) do kolizního bodu na začátku (konci) kolizní plochy, respektive doba potřebná k chůzi vstupujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem k začátku kolizní plochy [s],
- t_b bezpečnostní doba, tj. doba zohledňující vliv projíždění signálu pozor vozidly v souladu s pravidly silničního provozu po skončení signálu volno [s],
- L_v vyklizovací dráha, tj. dráha vyklizujícího vozidla od stopčáry (místa zastavení v křižovatce) do kolizního bodu na konci (začátku) kolizní plochy, respektive dráha vyklizujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem do kolizního bodu na konci kolizní plochy [m]; lze počítat i s vyklizovací dráhou od chodeckého tlačítka (m),
- L_n najížděcí dráha, tj. dráha najíždějícího vozidla od stopčáry (místa zastavení v křižovatce) do kolizního bodu na začátku (konci) kolizní plochy, respektive dráha vstupujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem do kolizního bodu na začátku kolizní plochy (m),
- L_{voz} délka vyklizujícího vozidla (m),
- v_v vyklizovací rychlost, tj. rychlost vyklizujícího vozidla nebo chodce ($m \cdot s^{-1}$),
- v_n najížděcí rychlost, tj. rychlost najíždějícího vozidla nebo vstupujícího chodce ($m \cdot s^{-1}$).

Tab. 16: Určení délek mezičasu pro jednotlivé křižovatkové pohyby

určení maximálních mezičasu

najíždí	vyklizuje	kolizní bod	fáze	lvoz - délka vozidla (m)	Ln (m) - najížděcí dráha	Lv (m) - vyklizovací dráha	tb - bezpečnostní doba (s)	tn - najížděcí doba (s)	tv - vyklizovací doba (s)	vn - najížděcí rychlost (m/s)	vv - vyklizovací rychlost (m/s)	tm - mezičas (s)	tm - rozhodující mezičas mezi vozidly (s)
VA→	VD↑	22, 23	1	6	22,15	23,24	2	2,28	3,01	9,7	9,7	2,73	8,34
VA→	VD→	24	1	6	26,34	55,68	2	2,72	8,81	9,7	7,0	8,10	
VA→	VI←	25, 26	1	6	15,21	20,60	2	1,57	3,8	9,7	7,0	4,23	
VA→	PA	27	1	0	2,00	10,63	2	0,21	7,59	9,7	1,4	9,39	
VA→	PH	28	1	0	48,55	8,14	2	5,01	5,81	9,7	1,4	2,81	
VA→	VB↑	29, 30	1	6	17,00	35,96	2	1,75	4,33	9,7	9,7	4,57	
VA→	VG←	31, 32	1	6	30,56	60,42	2	3,15	9,49	9,7	7,0	8,34	
VC→	VB↑	33, 34	1	6	32,91	18,74	2	3,39	2,55	9,7	9,7	1,16	
VC→	VB→	35, 36	1	6	41,82	41,47	2	4,31	6,78	9,7	7,0	4,47	
VC→	VG←	18, 37	1	6	28,38	21,92	2	2,82	3,99	9,7	7,0	3,06	
VC→	VD↑	38, 39	1	6	28,40	19,61	2	2,83	2,64	9,7	9,7	1,71	
VC→	VI←	40, 38	1	6	40,24	59,93	2	4,15	9,42	9,7	7,0	7,27	
VC→	PC		1	0	2,00	10,82	2	0,21	7,73	9,7	1,4	9,52	
VC→	PF		1	0	49,97	8,95	2	5,15	6,39	9,7	1,4	3,24	
VC→	VD↑	43	1	6	20,82	54,36	2	2,87	6,22	7,0	9,7	5,25	
VE→	PE	41	1	0	1,70	5,14	2	0,24	3,67	7,0	1,4	5,43	
PB	VB↑		1	6	0,00	5,00	2	0	1,13	1,4	9,7	3,13	
PB	VB→		1	6	0,00	5,00	2	0	1,57	1,4	7,0	3,57	
PG	VD↑	42	1	6	0,00	44,28	2	0	5,18	1,4	9,7	7,18	
PD	VD↑		1	6	0,00	5,00	2	0	1,13	1,4	9,7	3,13	
PD	VD→		1	6	0,00	5,00	2	0	1,57	1,4	7,0	3,57	
PD	VI←		1	6	0,00	5,00	2	0	1,57	1,4	7,0	3,57	
VF	VC↑	1,2	2	6	29,38	34,63	2	4,19	4,19	7,0	9,7	1,99	5,17
VF	VC→	3,4	2	6	45,38	26,82	2	6,48	4,69	7,0	7,0	0,21	
VF	PG		2	0	45,38	9,96	2	6,48	7,11	7,0	1,4	2,63	
VH	VA↑	5	2	6	9,34	37,71	2	1,33	4,51	7,0	9,7	5,17	
VH	PD	6	2	0	44,66	11,37	2	6,38	8,12	7,0	1,4	3,74	
PF	VC↑	7,8	2	6	0,81	53,22	2	0,58	6,11	1,4	9,7	7,53	
PH	VA↑	9	2	6	0,00	51,80	2	0	5,96	1,4	9,7	7,96	
PE	VE→	10	2	6	0,00	7,71	2	0	1,96	1,4	7,0	3,96	
VB↑	VF←	11	3	6	20,55	22,72	2	2,12	4,1	9,7	7,0	3,98	9,82
VB↑	PB		3	0	2,00	11,78	2	0,21	8,41	9,7	1,4	10,21	
VB↑	VH←	12	3	6	26,90	52,87	2	2,98	8,41	9,7	7,0	7,43	
VB→	PF	13	3	0	20,60	8,95	2	2,94	6,39	7,0	1,4	5,45	
VD↑	VF←	14	3	6	26,81	55,31	2	2,76	8,76	9,7	7,0	8,00	
VD↑	VH←	15	3	6	14,81	34,16	2	1,53	5,74	9,7	7,0	6,21	
VD→	PH	16	3	0	39,56	8,14	2	5,65	5,81	7,0	1,4	2,16	
VG←	VF←	17, 18	3	6	18,82	30,71	2	2,69	5,24	7,0	7,0	4,56	
VG←	VH←	19, 20	3	6	23,43	23,74	2	3,35	4,25	7,0	7,0	2,90	
VI	VF←	21	3	6	22,34	18,70	2	3,19	3,53	7,0	7,0	2,34	
VI	VH←		3	6	0,00	48,74	2	0	7,82	7,0	7,0	9,82	
PA	VF←		3	6	0,00	5,25	2	0	1,61	1,4	7,0	3,61	
PC	VH←		3	6	0,00	5,25	2	0	1,61	1,4	7,0	3,61	

Tab. 17: Tabulka mezičasů

	NAJÍŽDI																			
	VOZIDLA										CHODCI									
	VA↑	VF	VB↑	VB→	VG←	VC↑	VC→	VH	VD↑	VD→	VI	VE→	PA	PF	PB	PG	PC	PH	PD	PE
VYKLUZUJE	VA↑	X						5										8		
	VF←		X	4		5			8		3		4							
	VB↑	5		X		1									3					
	VB→				X	5									4					
	VG←	9				X	3													
	VC↑		2				X						8							
	VC→		0					X												
	VH←			8		3			X	6	10						4			
	VD↑	3				2	5		X							7			3	
	VD→	8								X									4	
	VI←	4				7					X								4	
	VE→											X								4
	PA	10											X							
	PF				6	3								X						
	PB				10										X					
	PG		3													X				
	PC					10											X			
	PH	3								2								X		
	PD							4											X	
	PE										6									X

první fáze
druhá fáze
třetí fáze

Výpočet délky cyklu metodou saturovaného toku:

Saturovaný tok je nejvyšší počet vozidel, která mohou projet profilem stopčáry za jednotku času při ideálních dopravních podmínkách, a vyjadřuje se v jednotkových vozidlech za hodinu (vjv.h^{-1}).

Saturovaný tok závisí především na: šířce vjezdu, podélném sklonu, poloměru oblouku a podílu odbočujících vozidel.

Při návrhu jsou používány následující veličiny:

I intenzita vjezdu (vjv.h^{-1}),

S saturovaný tok vjezdu (vjv.h^{-1}),

S_{zakl} základní saturovaný tok vjezdu (vjv.h^{-1}),

$S_{zakl}(\text{pruhu})$ základní saturovaný tok řadicího pruhu (vjv.h^{-1}),

Y stupeň saturace vjezdu,

Y celkový stupeň saturace,

\check{S} šířka řadicího pruhu (m),

k_{skl} koeficient sklonu (1,0 až 0,8),

k_{obl}	koeficient oblouku (1,0 až 0,4),
a	poloměr směrového oblouku při odbočování (m),
f	podíl odbočujících vozidel z celkové intenzity vjezdu (0 až 1): $f = \frac{\text{intenzita odbočujících vozidel (jv.h}^{-1}\text{)}}{\text{celková intenzita vjezdu (jv.h}^{-1}\text{)}}$
l	ztrátový čas ve fázi (s),
L	celkový ztrátový čas za cyklus (s),
z	délka signálu volno (zelené) (s),
z'	délka efektivní zelené; pouze u signálních skupin pro automobilovou dopravu (s),
z_{min}	minimální délka zelené pro zadané intenzity (s),
t_{min}	mezičas (s),
C	cyklus (s),
C_{opt}	optimální cyklus (s),
C_{str}	strukturální cyklus (s),
C_{min}	minimální cyklus pro zadané intenzity (s),
K	kapacita vjezdu (jv.h ⁻¹) na vjezdech s automobilovou dopravou, (jv.h ⁻¹) na tramvajových vjezdech,
Rez	rezerva kapacity vjezdu (%).

Základní saturovaný tok

Základní saturovaný tok řadičího pruhu je saturovaný tok závislý pouze na místních dopravních poměrech:

$S_{zakl}(\text{pruhu}) = 1900 \text{ jv./h}^{-1}$ (základní saturovaný tok),

Dále se stanoví základní saturovaný tok vjezdu:

je-li vjezd tvořen jedním řadičím pruhem:

$$S_{zakl} = S_{zakl}(\text{pruhu}) \quad /18/$$

je-li vjezd tvořen více řadičími pruhy:

$$S_{zakl} = \Sigma S_{zakl} \text{ řadičích pruhů tvořících vjezd.} \quad /19/$$

Saturovaný tok vjezdu se stanoví ze základního saturovaného toku vjezdu podle vztahu:

$$S = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} . \quad /20/$$

Koeficient sklonu vyjadřuje vliv podélného sklonu vjezdu na saturovaný tok:

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a . \quad /21/$$

Uvedený vztah platí pro stoupání do 10 %. V případě vodorovného vjezdu nebo vjezdu v klesání se zadává $a = 0$, pokud má vjezd stoupání větší než 10 %, zadává se $a = 10$.

Koeficient oblouku vyjadřuje vliv poloměru směrového oblouku při odbočování a podílu odbočujících vozidel na saturovaný tok; platí obecně pro odbočování vpravo i vlevo:

$$K_{obl} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} . \quad /22/$$

U samostatného pruhu (vjezdu) pro odbočování je $f = 1$.

Stanovení délky cyklu

Určí se stupeň saturace $y = \frac{l}{S}$ pro všechny vjezdy s automobilovou dopravou. Ostatní vjezdy se neuvažují.

V každé fázi se vybere vjezd s nejvyšším stupněm saturace (nejvyšší y), tedy kritický vjezd ve fázi. Součet stupně saturace kritických vjezdů z jednotlivých fází udává celkový stupeň saturace:

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i , \quad /23/$$

Kde:

i i-tá fáze,

n počet fází.

Dále se určí ztrátový čas pro každou fázi. Ztrátový čas vychází z předpokladu, že v každé fázi je produktivní, tzv. efektivní zelená (z'). Je to doba, po níž vozidla projíždějí stopčárou v saturovaném toku. Efektivní zelená se rovná délce zelené minus časová ztráta vzniklá rozjezdem plus vliv pojíždění žluté:

$$z' = z + l \text{ (s)} . \quad /24/$$

Ztrátový čas pro každou fázi (l) je doba mezi koncem efektivní zelené v této fázi a začátkem efektivní zelené v následující fázi, tj. neproduktivní doba při změně fází. Je roven mezičasu zkrácenému o rozdíl mezi efektivní a skutečnou zelenou:

$$l = t_m - l \text{ (s)} . \quad /25/$$

Ztrátový čas pro každou fázi se určuje vždy podle skutečného mezičasu mezi kritickými vjezdy (signálními skupinami) v končící a následující fázi podle strukturálního (případně podle již existujícího reálného nebo minimálního) signálního plánu, nikoliv z tabulky mezičasů.

Součet ztrátových časů pro každou fázi je celkový ztrátový čas za cyklus:

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \sum_{i=1}^n t_{mi} - n \text{ (s)}, \quad /26/$$

Kde:

- i i-tá fáze,
- n počet fází,
- l_i ztrátový čas pro i-tou fázi,
- t_{mi} mezičas mezi kritickými vjezdy (signálními skupinami) v končící (i-té) a následující fázi.

Návrh strukturálního cyklu

Strukturální cyklus C_{str} je cyklus s nejkratší možnou délkou cyklu vůbec, danou minimálními přípustnými zelenými (5 s) a nejdelšími mezičasy mezi signálními skupinami jednotlivých fází. Je nezávislý na intenzitách provozu:

$$C_{str} = \sum_{i=1}^n (z_i + t_{mi}) \text{ (s)}, \quad /27/$$

- kde:
- i i-tá fáze,
 - n počet fází,
 - z_i minimální přípustná zelená té signální skupiny v i-té fázi, která má ze všech signálních skupin v této fázi nejdelší mezičas t_{mi} k některé ze signálních skupin v následující fázi.

Signální plán se strukturálním cyklem se nazývá strukturální signální plán. Pro řízení se přímo nepoužívá. Reálné signální plány lze z něho snadno odvozovat prodlužováním jednotlivých fází. Je vhodným podkladem zejména při projektování dynamického řízení.

Návrh minimálního cyklu (pro zadané intenzity)

Minimální cyklus pro zadané intenzity C_{min} je nejkratší možná délka cyklu pro požadovanou rezervu kapacity v % (Rez) na kritických vjezdech ve fázích. Závisí na fázovém schématu, mezičasech, intenzitách a na požadované rezervě kapacity:

$$C_{min} = \frac{L}{1 - Y \cdot \frac{100}{100 - Rez}} \text{ (s)}, \quad /27/$$

pro $0 \leq Rez < (1 - Y) \cdot 100$ (%).

Minimální cyklus se přímo pro řízení nepoužívá. Jeho výpočet je vhodným podkladem pro:

posouzení, zda dopravní řešení kapacitně vyhoví daným intenzitám. K tomu se vypočítá C_{min} pro $Rez = 0$ % a vyjde-li $C_{min} > 120$ s, pak SSZ kapacitně nevyhoví ani při maximální délce cyklu a je nutné hledat jiné dopravní řešení,

rozhodování o délce cyklu při návrhu koordinace SSZ. C_{min} udává nejkratší možnou délku cyklu pro příslušnou křižovatku, s níž je možné uvažovat při návrhu koordinace, aby při daném fázovém schématu, mezičasech a intenzitách křižovatka kapacitně vyhověla se zadanou rezervou kapacity (0 až x %; na koordinovaných vjezdech se doporučuje minimální rezerva kapacity 15 % až 20 %, na ostatních, nekoordinovaných vjezdech nejméně 10 %). C_{min} pro reálné použití nemůže být kratší než strukturální cyklus.

Signální plán s minimálním cyklem (pro zadané intenzity) se nazývá minimální signální plán.

Návrh optimálního a reálného cyklu pro izolované křižovatky

Optimální cyklus C_{opt} pro izolovanou křižovatku je takový cyklus, při němž je celkové zdržení náhodně přijíždějících vozidel automobilové dopravy za daných podmínek minimální. Závisí na schématu fází, mezičasech a na intenzitách provozu:

$$C_{opt} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y}, \quad /28/$$

Optimální cyklus slouží jako základ pro návrh reálného cyklu (C) na izolované křižovatce. Vypočtený C_{opt} se v praxi často musí upravit na reálný cyklus, a to především s ohledem na tramvaje a dlouhé vyklizovací časy chodců na přechodech.

Na základě vypočteného optimálního cyklu je možné navrhnout reálný cyklus v rozmezí:

$$0,75 \cdot C_{opt} < C < 1,5 \cdot C_{opt},$$

/29/

neboť v tomto rozmezí platí, že reálný cyklus se blíží cyklu optimálnímu a časové ztráty náhodně příjždějících vozidel se podstatněji nemění. Reálný cyklus nemůže být kratší než strukturální cyklus.

Délky reálných cyklů pro řízení nemají být větší než 100 s; výjimečně lze připustit délku cyklu do 120 s. Při pevných délkách cyklů větších než 120 s vzrůstá nadměrně zdržení a začíná se projevovat netrpělivost účastníků provozu a vznikají pochybnosti, je-li SSZ vůbec funkční. Pokud je to účelné, může se při dynamickém vícefázovém řízení s proměnnou délkou cyklu použít i větší maximální délka cyklu.

Výpočet délek signálů volno - zelených

Nejprve se určí délky zelených pro kritické vjezdy v jednotlivých fázích:

$$z = \frac{y \cdot (C - L)}{Y} - 1(s),$$

/30/

Tyto zelené kritických vjezdů v jednotlivých fázích určují optimální délky jednotlivých fází signálního plánu.

K vypočteným délkám zelených pro kritické vjezdy se pak podle tabulky mezičasů dopočítají (doplní) délky zelených ostatních (nekritických) vjezdů automobilové dopravy, dále délky signálů volno tramvajů, chodců a signálů pro cyklisty.

Návrh minimálních zelených (pro zadané intenzity)

Minimální zelená z_{min} , pro danou intenzitu vjezdu a délku cyklu je nejkratší možná délka pro automobilovou dopravu tak, aby kapacitně vyhověla s požadovanou rezervou Rez (%). Určuje se podle vztahu:

$$z_{min} = \frac{I \cdot C}{S} \cdot \frac{100}{100 - Re z} - 1(s),$$

/31/

pro $Rez > 0$ (%).

vypočtené z_{min} se zaokrouhlují na celé sekundy vždy nahoru.

Výpočet z_{min} , je vhodným podkladem pro:

- návrh zelených na SSZ v koordinaci (nejmenší šířky koordinovaných svazků, nejmenší délky zelených příčných nekoordinovaných vjezdů),

- návrh zelených nepreferovaných vjezdů v případě, že je účelné zvýhodnit určité vjezdy (například pro preferenci MHD) na úkor jiných vjezdů,
- návrh zelených v minimálním cyklu (pro zadané intenzity) vypočteném podle /27/,
- stanovení mezních hodnot zelených při projektování dynamického řízení.

Posouzení návrhu

Kvantitativním hlediskem dopravních řešení SSZ je kapacita (výkonnost) křižovatky. Posouzení se provede tak, že se porovnají intenzity dopravy vjezdů na křižovatce s kapacitami těchto vjezdů a vypočte se rezerva kapacity. Z těchto veličin se pak určí nejmenší přípustná délka řadicích pruhů pro jednotlivé směry jízdy.

Kapacita vjezdů

Jelikož kapacita vjezdů na řízené křižovatce nezávisí na intenzitách kolizních proudů (s výjimkou levých odbočení ovlivňovaných protisměrem, která musí být zohledněna již při návrhu signálního plánu), počítá se nezávisle pro každý vjezd zvlášť.

Výpočet se provádí podle níže uvedených vztahů pro základní interval jedné hodiny. Dopravní řešení SSZ je vyhovující tehdy, jestliže na všech vjezdech je kapacita vyšší než intenzita, to znamená rezerva kapacity je větší než 0.

Kapacita vjezdu pro automobilovou dopravu:

$$K = S \cdot \frac{z'}{C} (\text{jv.h}^{-1}), \quad /32/$$

Rezerva kapacity vjezdu:

$$\text{Re } z = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100 (\%), \quad /33/$$

Tab. 18: Výpočet délky cyklu

Výpočet mezičasů a délky cyklů
program č. 1

program č. 1																																
vezd		směr	fáze	intenzita I (l/v/h)		saturovaný tok pruhu základni S_{zp} (l/v)		satur. Tok vjezdů základni S_z (l/v)		a - podílý sklov vjezdů (%)	poloměr oblouku R (m)	podíl odbudících vozidel f	koef. Sklonu Ksl	koef. Oblouku Kobl	saturovaný tok vjezdů S (l/v)		stupeň saturace y	max y pro I-tou fázi (kritický vjezd)		Y - celkový stupeň saturace		rozhodující mezní čas tn (s)	zřetelný čas ve fázi I (s)	celkový zřetelný čas za program č. L (s)	Cstr - struktura programu č.	optimální délka cyklu Copt (s)	reálná délka cyklu C (s)	délka zelené pro kritický vjezd z (s)	efektivní zelená z' (s)	kapacita vjezdů K (l/v)	rezerva kapacity vjezdů Rez (%)	délka řádkého pruhu l (m)
VA 1,2	↑	1	354	1900	1900	3,4	∞	0,0	0,93	1,00	1770,80	0,20	0,29	0,46	5	4	21	39	67	70	30	31	794	55,47	41	*1/2 (2 pruhy)						
VE 1	↓	1	25	1900	1900	-0,9	15,58	1,0	1,02	0,91	1764,33	0,01											791	96,85	3							
VC 1,2	↑	1	568	1900	1900	-1	∞	0,0	1,02	1,00	1938,00	0,29	0,08	0,46	10	9	21	39	67	70	8	9	869	34,70	66	*1/2 (2 pruhy)						
VF 1	↑	1	149	1900	1900	-1	14,42	1,0	1,02	0,91	1755,40	0,08											787	81,11	17							
VH 1	↑	2	127	1900	1900	3,4	22,43	1,0	0,93	0,94	1659,80	0,08	0,09	0,46	9	8	21	39	67	70	8	9	213	40,63	15	*1/2 (2 pruhy)						
VB 1,2	↑	2	43	1900	1900	-1	33,13	1,0	1,02	0,96	1854,06	0,02											238	82,16	5							
VD 1	↑	3	92	1900	1900	-0,7	∞	0,0	1,01	1,00	1926,60	0,05	0,09	0,46	9	8	21	39	67	70	8	9	259	64,68	11	*1/2 (2 pruhy)						
VI 1	↓	3	138	1900	1900	-0,7	17,23	1,0	1,01	0,92	1772,31	0,08											239	41,96	16							
VG 1	↑	3	155	1900	1900	-0,7	16,02	1,0	1,01	0,91	1761,65	0,09	0,09	0,46	9	8	21	39	67	70	8	9	237	34,70	18	*1/2 (2 pruhy)						
VD 1	↑	3	68	1900	1900	2,83	∞	0,0	0,94	1,00	1792,46	0,04											241	71,68	8							
VD 1	↑	3	61	1900	1900	2,83	12,54	1,0	0,94	0,89	1600,96	0,04	0,09	0,46	9	8	21	39	67	70	8	9	216	71,90	7	*1/2 (2 pruhy)						
VI 1	↓	3	42	1900	1900	2,83	13,29	1,0	0,94	0,90	1610,67	0,03											217	80,72	5							

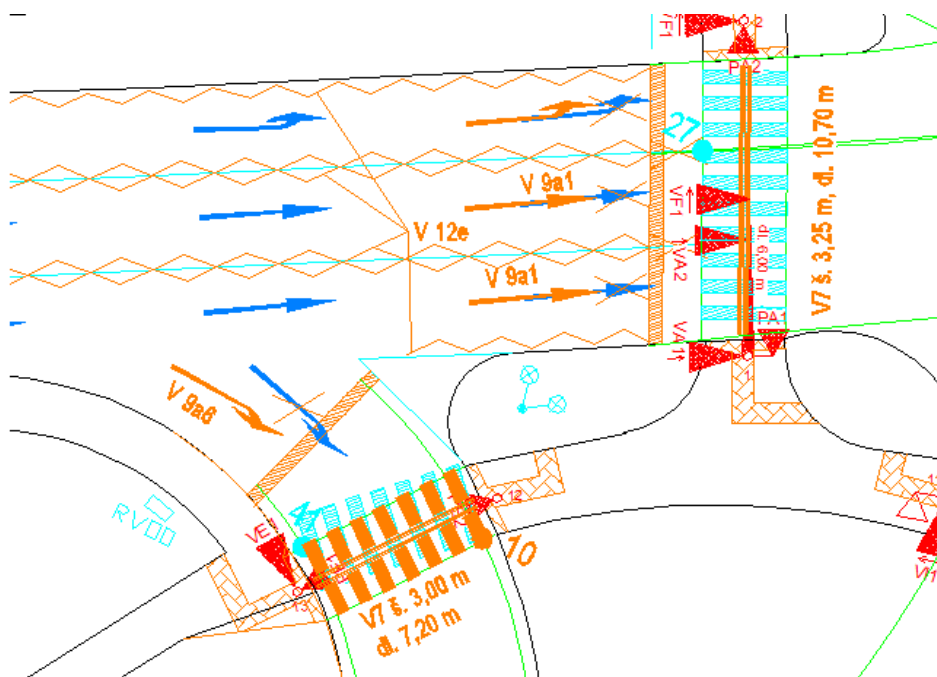
Tab. 19: Signální plán pro program č. 1

[illegible]

5.3 Úprava přechodů pro chodce, vodorovné dopravní značení

Pro zvýšení bezpečnosti chodců, v době vypnuté světelné signalizace, jsem osadil všechny vstupy do vozovky signálními pásy šířky 0,80 m a varovnými pásy širokými 0,40 m. Přechody jsou také osazeny vodícím pásem pro slabozraké. Také jsem změnil trasování přechodu pro chodce přes větev pro pravé odbočení na ulici Keltičkovou a vjezd do ulice Hladnovské z důvodu maximálního zkrácení jejich délky. Tím vznikla drobná stavební úprava chodníků napojujících se na tyto přechody.

Všechny vjezdy do křižovatky bylo nutné osadit stopčárou vzdálenou od přilehlého přechodu pro chodce minimálně 1,50 m s ohledem na minimální vzdálenost stojícího vozidla od sloupu světelné signalizace 2,00 m. Podél řadících pruhů při vjezdu do křižovatky na hlavní komunikaci jsem umístil bílou klikatou čáru - V 12e v délce 25 m. Toto opatření má navodit pocit zúžení jízdních pruhů a upozornit řidiče na možné nebezpečí ze strany chodců a vozidel nerespektující svislou dopravní značku P 6 – Dej přednost v jízdě!



Obr. 15: Vodorovné dopravní značení na SSZ

5.4 Porovnání s již realizovanou přestavbou na křiž. se SSZ

Těšínská x Bohumínská v Ostravě

Popis

Jedná se o stykovou křižovatku, která byla během roku 2002 osazena světelným signalizačním zařízením. Realizované opatření mělo za úkol na křižovatce snížit nehodovost.



Obr. 16: Situace křižovatky Těšínská x Bohumínská [13]

Tab. 20: Nehodovost na křižovatce ve sledovaném období

Rok	Pořadí	Číslo křižovatky	Název křižovatky	Počet nehod	Následek nehody, zranění					Hlavní příčina nehody					
					Smrtelné poranění	Těžké poranění	Lehké poranění	Hm. škoda v tis. Kč	Závažnost nehody	Přednost	Rychlost	Předjíždění	Chodec	Bezpečná vzdál.	Jiná příčina
2001		270	BOHUMINSKA-TESINSKA	40			5	1371	38	3				21	16
2002		270	BOHUMINSKA-TESINSKA	20			1	713	37,2	1				7	12
2003		270	BOHUMINSKA-TESINSKA	5				118	23,6					4	1
2004		270	BOHUMINSKA-TESINSKA	10			4	391	51,1	3	1			4	2
2005		270	BOHUMINSKA-TESINSKA	5				23	46	1	1			2	1
2006	91	270	BOHUMINSKA-TESINSKA	3				34	11,4					2	1
2007	9	270	BOHUMINSKA-TESINSKA	14				528	37,7	2	1			9	2
2008	19	2070	BOHUMINSKA-TESINSKA	11				225	20,4	1				7	3

zavedení SSZ v polovině roku

Analýza

Na původní stykové křižovatce dochází k nehodám nejčastěji z důvodu nedodržení bezpečné vzdálenosti mezi vozidly dávající přednost a nárazu zezadu. Po rekonstrukci křižovatky se četnost nehod redukovala.

Vyhodnocení opatření

Zavedení světelného signalizačního zařízení výrazně snížilo počet dopravních nehod. Přesto se nedodržení bezpečné vzdálenosti mezi vozidly vyskytuje jako nejčastější příčina nehod. Jejich počet se také od uvedení opatření do praxe postupně zvyšuje, proto je vhodné zkontrolovat signální plán vzhledem ke stávajícím intenzitám, případně ho opravit.

Průměrný počet dopravních nehod za období bez vlivu stavby (tj. rok 2001) je 40 nehod s hmotnou škodou 1 371 000,- Kč. Po přestavbě se na křižovatce událo průměrně 8 dop. nehod ročně s průměrnou škodou 219 833,- Kč. Jde o pokles o 80% u počtů nehod a o 84,0% u hmotných škod. Zhodnotíme-li úsporu na následcích, vzniklých vlivem nehod, na 100 000,- lehké zranění, 1 000 000,- těžké zranění a 10 000 000,- ztráta lidského života, včetně nákladů na léčení a vzniklou administrativu je pokles u hmotných škod po přestavbě – o 84,7%.

5.5 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení této varianty je pro složitost ve stanovování ceny jednotlivých položek světelného signalizačního zařízení, překračující rozsah této práce,

provedeno jen orientačně. Cena je převzata z již realizovaného projektu podobně rozsáhlé křižovatky zpracovaného projekční kanceláří DOPRAVPROJEKT Ostrava, s. r. o..

Propočet nákladů na stavbu

	cena v tis. Kč
Dodávka SSZ (sloupy, návěstidla, řadič, kabeláž) :	1 565
Montáž SSZ:	1 085
Zemní práce (prokopy, protlaky):	1 500
Drobné stavební úpravy na chodnících:	50
<u>Dopravní značení (vodorovné+svislé):</u>	<u>100</u>
Celkem:	4 300 tis. Kč

Orientační cena za osazení křižovatky světelnou signalizací dle návrhu: **cca 4,30 mil. Kč**

Určení ekonomické návratnosti přestavby

Nyní se na křižovatce děje v průměru 6 dopravních nehod s průměrnou škodou 658,75 tis. Kč ročně, včetně zohlednění nákladů na následky nehod. Dojde-li po přestavbě k omezení počtu dopravních nehod a jejich důsledků o 84,7%, jako na porovnávané křižovatce (Těšínská x Bohumínská), sníží se roční hmotná škoda způsobená vlivem dop. nehod na 100 788,- Kč ročně. Půjde tedy o úsporu 557 962,-Kč ročně. Při stagnující úrovni nehodovosti i pro příští roky dojde k návratnosti vynaložených finančních prostředků na stavbu cca za 8 let.

6. Závěr a doporučení

Obě navržené varianty představují řešení prokazatelně omezující nehodovost a s dostatečnou kapacitou i pro výhledové období roku 2035 kdy má křižovatkou projet asi 22 500 vozidel za 24 hodin. Obě varianty také zohledňují všechny účastníky silničního provozu a chodce a tím budou přispívat k pozitivnímu vnímání křižovatky po přestavbě. Porovnáním s již realizovanými přestavbami by se mohlo zdát, že přetavba na okružní křižovátku má větší schopnost omezit vznik dopravních nehod. Jde ale především o úplnost zpracovávaných informací, kdy k určení nehodovosti na ulici 17. Listopadu x Bedřicha Nikodéma je vhodné použít informace za úplný rok 2009 (dnes jen za 1. polovinu roku 2009).

Přestavba průsečné křižovatky na okružní je vhodný zklidňující dopravní prvek začleněný do oblasti plánované rekultivace okolí ulice Keltičkovy. Jde také rozsáhlý stavební zásah (3890 m² dočasného záboru), vyžadující množství přeložek sítí (především sdělovacích kabelů), vybudování nového trolejového vedení, osvětlení křižovatky a odvodnění.

Osazení křižovatky světelným signalizačním zařízením se vzhledem k finanční náročnosti úprav (asi 14,5 mil – okružní křižovatka a asi 4,3 mil SSZ), a téměř stejnému dopadu přestavby na nehodovost, jeví jako efektivnější. Jedná se o úpravu s nevýrazným dopadem na okolí v době výstavby (cca 100 m² dočasných záborů pro osazení sloupů SSZ a vybavení přechodů) a neomezující dopravu a nevyžadující zřízení náhradních objízdnych tras.

Osobně doporučuji osazení křižovatky světelným signalizačním zařízením, spolu s navrženým vodorovným dopravním značením jako prvku snižující rychlost a tím zvyšující bezpečnost všech účastníků silničního provozu. Dalším kritériem pro výběr této varianty je nižší rozsah záborů a nutných demoličních prací spolu s rychlou ekonomickou návratností, čímž si také může naklonit k pozitivnímu postoji veřejnost. Zároveň upozorňuji na fakt, že jen periodickou kontrolou funkce SSZ, jeho údržbou a věnování pozornosti správnému nastavení vzhledem k intenzitám dopravy, je zajištěna jeho správná funkce.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Doc. Ing. Miloslavu Řezáčovi, Ph.D. za příkladné vedení této diplomové práce a panu Petru Hohnovi z OK, a. s. za ochotu při spolupráci.

Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] ČSN 73 6101 *Projektování silnic a dálnic*. ČNI Praha, Říjen 2004
- [2] ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. ČNI Praha, Listopad 2007
- [3] ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací*. ČNI Praha, Leden 2006
- [4] TP 65 *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích*, 2.vydání. CDV Brno, 12/2002
- [5] TP 81 *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení silničního provozu*. CDV Brno, 2006, ISBN: 80-86502-30-9
- [6] TP 135 *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. V-projekt s r. o. Ostrava, 2005,
- [7] TP 170 *Navrhování vozovek pozemních komunikací*. MSD ČR OPK, 2004
- [8] TP 188 *Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek*. Pro EDIP s. r. o., 2008,
- [9] Fajkus, T., *Kopřivnice, křižovatka ulic Husova a Štefánikova*, Ostrava, 2008, 42 stran, Diplomová práce na VŠB – TU Ostrava. Fakulta stavební. Vedoucí bakalářské práce Doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.
- [10] *Nehodové lokality, analýza a návrh opatření*, Ostravské komunikace, a. s. -Dopravně inženýrská kancelář, září 2009
- [11] *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury*. Oficiální web Ústavu územního rozvoje, <http://www.uur.cz/images/publikace/internetoveprezentace/cenyTI2009/8-komunikace-20090724.pdf>, [cit. 2009-11-23]
- [12] *Všeobecný vývoj nehodovosti na pozemních komunikacích*, Centrum dopravního výzkumu, URL: <http://www.czrso.cz/index.php?id=90>, [cit. 2009-11-25]
- [13] *Mapové podklady*. Mapový server, URL: <http://maps.google.cz/>
- [14] Policie České republiky, Dopravní inspektorát Ostrava
- [15] Magistrát města Ostravy, Útvar hlavního architekta
- [16] Ostravské komunikace, a. s., Dopravně inženýrská kancelář

Přílohy diplomové práce